

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Revize na elektrických zařízeních nn a vn
Inspections of MV and LV Electrical Components

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Vladimír Čechák**

Studijní program: N2649 Elektrotechnika

Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika

Téma: **Revize na elektrických zařízeních nn a vn**
Inspections of MV and LV Electrical Components

Zásady pro vypracování:

- o Druhy rozvodných sítí a jejich elektrická zařízení.
- o Platná legislativa z oblasti revizí elektrických zařízení, bezpečnost.
- o Analýza vnějších vlivů působících na elektrických zařízeních.
- o Způsob provádění a členění revizí.
- o Rozdělení měřicích přístrojů.
- o Analýza revizních zpráv.
- o Doporučení pro údržbu a pro projektanty.
- o Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- o Hradílek Z.: Elektroenergetika distribučních a průmyslových sítí, skriptu VŠB-TU Ostrava 2008
- o Krejčí P.: Cvičení z elektroenergetiky, skriptu VŠB-TU Ostrava 2003
- o Santarius, P.: Elektrické stanice a vedení, VŠB Ostrava 1993
- o Toman, P. a kol.: Provoz distribučních soustav, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04935-8
- o Tlustý, J. a kol.: Monitorování, řízení a chránění elektrizačních soustav, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04940-2
- o Tlustý, J. a kol.: Návrh a rozvoj elektroenergetických sítí, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04939-6
- o <http://www.eru.cz/>
- o Další podle pokynů vedoucího práce

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Radomír Goňo, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2013

Datum odevzdání: 07.05.2014

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení Studenta:

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal“

Současně bych chtěl touto formou poděkovat svému vedoucímu práce panu **doc. Ing. Radomíru Goňovi, Ph.D.**, který mi věnoval svůj čas, podporu, ochotu při konzultacích a velmi vstřícný přístup. Dále děkuji panu **Ing. Františku Poláchovi** ze společnosti **SB projekt s.r.o.** za poskytnutí tématu diplomové práce, odbornou pomoc a cenné rady. Poslední poděkování patří paní **Mgr. Denise Čechákové** za odbornou stylistickou úpravu diplomové práce.

V Ostravě dne...2.5.2014.....

Podpis..........

Prohlášení zástupce spolupracující právnické nebo fyzické osoby:

„Souhlasím se zveřejněním této diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v magisterských programech VŠB – TU Ostrava.“

V Ostravě dne 25. 2014.....

Podpis..........

Abstrakt

Diplomová práce, která je členěna na část teoretickou a část praktickou, se zabývá problematikou revizí elektrických zařízení. V teoretické části jsou popsány druhy rozvodných sítí a jejich elektrická zařízení. V praktické části je stručně popsána základní legislativa v oblasti revizí elektrických zařízení, na kterou navazuje analýza vnějších vlivů působících na elektrická zařízení, přehled základních měřících přístrojů, způsob provádění a členění revizí a na závěr analýza více druhů revizních zpráv.

Cílem je podat základní ucelený přehled v oblasti platné legislativy a vytvoření „doporučení“ pro údržbu a pro projektanty na základě zpracovaných analýz, praktických úloh a dosažených vědomostí. Součástí praktické části diplomové práce jsou tři úlohy, které řeší dvě revize elektrických zařízení a měření rezistivity půdy. Tyto úlohy sloužily jako podklad pro vytvoření revizních zpráv a podklad pro návrh uzemňovací soustavy do projektu rekonstrukce venkovního vedení VN 22kV č. 69. Analýza revizních zpráv pojednává o tom, jaké jsou nejčastější chyby, popř. nedostatky v revizních zprávách. Tato práce může v podstatě sloužit i jako „návod“, jak postupovat v rámci provádění revizí elektrických zařízení a tvorby revizních zpráv.

V závěru diplomové práce je provedeno zhodnocení dosažených výsledků s výhledem na další vývoj projektu.

Klíčová slova

Elektrizační soustava, rozvodné sítě, elektrické zařízení, legislativa, bezpečnost, kvalifikace, vnější vlivy, revize, obsluha, kontrola, zkouška, měření, údržba, příkaz B.

Abstract

The diploma thesis, which is divided into a theoretical and practical part, deals with the inspection of electrical equipment. The types of grids and electrical equipment are described in the theoretical section. The practical part includes a brief description of the basic legislation concerning inspections of electrical equipment and it is followed by an analysis of external influences on electrical equipment, an overview of basic measuring instruments, a method of implementation, a classification of inspections and a breakdown of various inspection reports.

The aim is to provide a basic comprehensive overview of current legislation and to make “recommendations” for maintenance and for designers based on processed analyses, practical tasks and achieved knowledge. The practical part of the thesis comprises three tasks that resolve two revisions of electrical devices and measurements of soil resistivity. These tasks served as the basis for audit reports and the basis for the design of earthing system in the reconstruction of overhead line HV 22kV No. 69. The analysis of inspection reports deals with various common mistakes or deficiencies in the inspection reports. This work may serve as a “manual” on how to proceed in implementing inspections of electrical equipment and compiling audit reports.

In the conclusion an assessment of achieved results with a view of further project development is carried out.

Key words

Electricity grid, power grid, electrical equipment, legislation, safety, training, external influences, inspection, operation, check, testing, measurement, maintenance, command B.

Seznam použitých symbolů a zkratk

AC	Střídavá soustava
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DC	Stejnoseměrná soustava
DS	Distribuční soustava
EN	Evropská norma
EPS	Elektrická požární signalizace
EZS	Elektrická zabezpečovací signalizace
EZ	Energetický zákon
IEC	Mezinárodní elektrotechnická komise
IEV	Mezinárodní technický slovník (soubor IEC 60050)
MD	Ministerstvo dopravy
Obr.	Obrázek
OIP	Oblastní inspektorát práce
PNE	Podniková norma
PPN	Práce pod napětím
TS	Trafostanice
Sb.	Sbírka
SDC	Dříve používaná zkratka pro: Správa dopravní cesty
SOD	Organizace státního odborného dozoru
SUIP	Státní úřad inspekce práce
TIČR	Technická inspekce České republiky
VTZ	Vyhrazené elektrotechnické zařízení
ÚTD	Ústav technického dozoru
ÚTZ	Určené elektrotechnické zařízení
ZRP	Zvláštní režim provozu
atd.	A tak dále
atp.	A tak podobně
apod.	A podobně
čl.	Článek
ed.	Edice
el.	Elektrický

např.		Například
mn		Malé napětí
nn		Nízké napětí
popř.		Popřípadě
resp.		Respektive
tj.		To jest
tzv.		Takzvaný
vn		Vysoké napětí
vvn		Velmi vysoké napětí
uvn		Ultra vysoké napětí
zvn		Zvlášť vysoké napětí
I_a	[A]	Proud vyvolávající automatickou funkci přístroje způsobující odpojení
I_E	[A]	Kapacitní proud zemního spojení
U_n	[V]	Jmenovité napětí sítě
U_{TP}	[V]	Dovolené dotykové napětí
R_b	[Ω]	Elektrický odpor uzemnění sítě, tj. všech zemničů měřených paralelně
R_i	[M Ω]	Izolační odpor
R_{pe}	[Ω]	Přechodový odpor
U_0	[V]	Jmenovité střídavé nebo stejnosměrné vodiče vůči zemi
Z_S	[Ω]	Impedance poruchové smyčky
Z_{Sm}	[Ω]	Impedance poruchové smyčky – změřená
ρ	[Ωm]	Rezistivita půdy
η		Koeficient využití dílčích uzemnění

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	DRUHY ROZVODNÝCH SÍTÍ A JEJICH ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ.....	3
2.1	Struktura elektrizační soustavy a její koncepce	3
2.2	Členění rozvodných sítí z hlediska jejich uspořádání	5
2.3	Rozdělení elektrických zařízení podle napětí	8
2.4	Druhy rozvodných zařízení	10
3	LEGISLATIVA Z OBLASTI REVIZÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ	18
3.1	Geneze institutu revizního technika	18
3.2	Současná legislativa a právní předpisy	19
3.3	Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních.....	25
3.4	Doporučení pro údržbu a projektanty	33
4	ANALÝZA VNĚJŠÍCH VLIVŮ PŮSOBÍCÍCH NA ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ.....	34
4.1	Uvedení do problematiky vnějších vlivů	34
4.2	Přehled posuzovaných prostorů.....	35
4.2.1	Určení prostorů z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem.....	35
4.2.2	Členění prostorů dle umístění přenosové a distribuční soustavy	36
4.3	Celkový přehled vnějších vlivů	36
4.3.1	Vnější činitel prostředí – A	37
4.3.2	Vnější činitel využití – B.....	43
4.3.3	Vnější činitel konstrukce budovy – C	44
4.3.4	Doplňkové vnější vlivy	45
4.4	Vyhodnocení analýzy vnějších vlivů	45
4.5	Doporučení pro projektanty	45
5	ROZDĚLENÍ MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ	48

6	ZPŮSOB PROVÁDĚNÍ A ČLENĚNÍ REVIZÍ	49
6.1	Postup provádění revizí a jejich členění.....	49
6.1.1	Výchozí revize.....	49
6.1.2	Pravidelné revize	54
6.1.3	Mimořádné revize	57
6.2	Podklady k revizi a zpráva o provedení revize	57
6.2.1	Podklady k provádění výchozí revize	57
6.2.2	Podklady k provádění pravidelné revize	57
6.2.3	Zpráva o provedení revize	58
6.3	Praktické úlohy.....	59
6.3.1	Pravidelná revize elektrické instalace nn	59
6.3.2	Pravidelná revize trafostanice 22/0,4kV	62
6.3.3	Měření rezistivity půdy	66
6.3.4	Návrh uzemňovací soustavy.....	68
6.3.5	Doporučení pro projektanty	70
7	ANALÝZA REVIZNÍCH ZPRÁV	71
8	ZÁVĚR	73
	Použitá literatura.....	75
	Seznam obrázků	77
	Seznam tabulek.....	78
	Seznam příloh	79

1 ÚVOD

Každé elektrické zařízení musí být před uvedením do provozu řádně prozkoušeno, prověřeno a následně během svého provozu podrobeno pravidelným kontrolám, revizím a údržbám. Povinnost provádět revize elektrických zařízení vyplývá především ze zákona č. 458/2000 Sb. (energetický zákon). Revize elektrických zařízení provádí revizní technik na základě získaného oprávnění Technické inspekce České republiky s odpovídající elektrotechnickou kvalifikací dle vyhlášky 50/1978 Sb. Prohlídkou, zkouškou a měřením celkového stavu elektrického zařízení se ověřuje jeho bezpečný a bezporuchový provoz. Revizní technik musí ctít platnou legislativu s ohledem na předepsané normy.

V diplomové práci jsou blíže rozpracovány tyto části:

V úvodní kapitole je popsána struktura elektrizační soustavy České republiky a její koncepce, druhy rozvodných sítí z hlediska jejich uspořádání, rozdělení elektrických zařízení podle napětí a druhy rozvodných zařízení.

V další kapitole je uvedena geneze institutu revizního technika, neboli vznik souboru právních norem v oblasti revizí elektrických zařízení. Od tohoto se následně odvíjí současná legislativa, právní předpisy a normy. Dále je zde kladen důraz na bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních, které zahrnují možná rizika při činnostech na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti. V rámci doporučení pro údržbu a projektanty byla zpracována podkapitola, která se zabývá zajištěním bezpečnosti při práci na elektrických zařízeních nebo v jejich blízkosti.

Třetí část diplomové práce obsahuje analýzu vnějších vlivů působících na elektrická zařízení, která je jedním z prvotních úkolů pro správný návrh elektrického zařízení v rámci projektování a důležitým podkladem pro vypracování revizní zprávy. Tato analýza zahrnuje uvedení do problematiky vnějších vlivů, přehled posuzovaných prostorů a celkový přehled vnějších vlivů. Závěrem této kapitoly je vyhodnocení vnějších vlivů s vytvořením tabulek, které slouží jako doporučení pro projektanty v rámci přehledové orientace k určování vnějších vlivů v závislosti na posuzovaných prostorech.

Další část této práce zahrnuje základní rozdělení měřících přístrojů a jejich popis. Pomocí správné metody měření a kalibrace měřícího přístroje je dosaženo více důvěryhodnějších informací o provedeném měření a následného zpracování naměřených dat.

Významnou část diplomové práce tvoří 5. kapitola „Způsob provádění a členění revizí“, která zahrnuje postup provádění a členění revizí elektrických zařízení, podklady k revizi a zprávu o provedení revize. V rámci této kapitoly jsou zpracovány tři praktické úlohy, přičemž dvě z nich řeší revize elektrických zařízení, které následně sloužily jako podklad pro vypracování revizní zprávy. Třetí úloha se zabývá měřením rezistivity půdy pomocí Wennerovy metody a následným návrhem uzemňovací soustavy. Návrh této soustavy sloužil jako podklad do projektové dokumentace stavby opravy venkovního vedení VN 22kV č. 69. Tuto projektovou dokumentaci rovněž zpracovával autor diplomové práce.

Poslední kapitola se zabývá analýzou více druhů revizních zpráv, pomocí které byly určeny nejčastější chyby popř. nedostatky vyskytující se v revizních zprávách. Analýza byla provedena na základě dostupných materiálů s využitím dosažených vědomostí při zpracování diplomové práce za pomoci odborné konzultace.

V závěru diplomové práce je uvedeno zhodnocení dosažených výsledků s výhledem na další vývoj projektu.

2 DRUHY ROZVODNÝCH SÍTÍ A JEJICH ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ

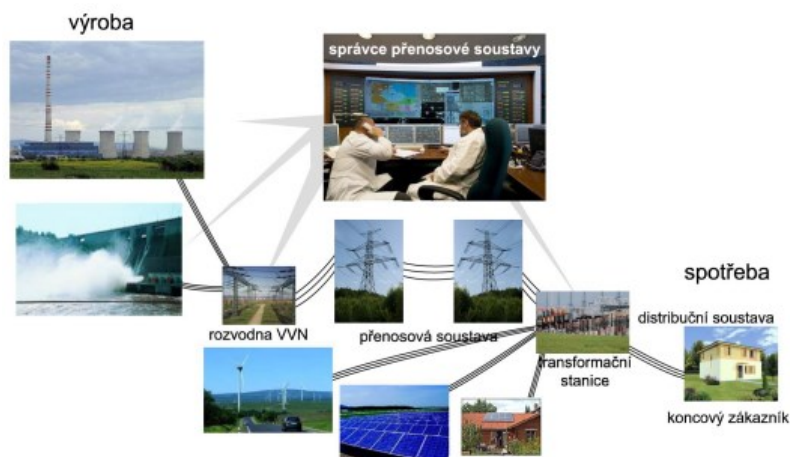
Elektroenergetika je obor zabývající se přeměnou energie primárních zdrojů na elektrickou energii, přenosem, rozvodem a užitím elektrické energie. Elektrická energie je považována za nejušlechtlejší druh z používaných energií. Toto tvrzení je podloženo především výhodami, ke kterým patří výroba elektrické energie z různých primárních zdrojů, možnost dopravy na velké vzdálenosti, jednoduchá zpětná transformace na různé jiné druhy energií, využívané jak v běžném životě lidí, tak také v nejrůznějších oblastech výroby. Jistou nevýhodou využití elektrické energie je její okamžitá spotřeba, znečišťování životního prostředí při výrobě a dlouhodobá návratnost investičních nákladů. Přesto je elektrická energie v současném životě lidí nezastupitelná. [1]

2.1 Struktura elektrizační soustavy a její koncepce

Elektrizační soustava slouží k přenosu a rozvodu elektrické energie z místa výroby až do místa spotřeby. Skládá se obvykle ze soustav přenosových a soustav rozvodných (distribučních).

Přenosové soustavy slouží k přenosu velkých výkonů mezi hlavními uzly elektrizační soustavy. Rozvodné soustavy mají za úkol rozdělit elektrickou energii z napájeného uzlu do jednotlivých skupin nebo oblastí spotřebičů, popř. k jednotlivým spotřebičům. Veřejné rozvodné soustavy slouží k napájení oblastí terciální sféry (byty, občanská vybavenost) a jsou z nich napájeny i rozvodné sítě průmyslové, zemědělské a dopravní.

Níže uvedený Obr. 1 představuje zjednodušený model elektrizační soustavy.



Obr. 1: Zjednodušený model elektrizační soustavy [7]

Aby elektrizační soustava mohla plnit úkoly, které pro ni vyplývají z rozvoje hospodářství, musí tato soustava i každá její část nejvhodnějším způsobem plnit tyto požadavky:

- bezpečnost osob
- zajištění dostatečné, spolehlivé a kvalitní dodávky elektrické energie ke spotřebitelům
- práce s vysokou účinností
- pracovat s vyššími parametry a s větším počtem zdrojů a elektrických stanic
- využití odpadního tepla
- možnost řízení odběru elektrické energie
- materiálová nenáročnost
- zabránění nepříznivých vlivů soustavy na okolí

Elektrizační soustavy jsou tvořeny jednotlivými sítěmi, zdroji a elektrickými stanicemi viz, Obr. 1.

Elektrickými sítěmi se rozumějí souhrny všech galvanicky spojených částí téhož napětí. V rámci elektrizační soustavy hovoříme o sítích 110kV, o sítích 22kV apod. Sítě jednotlivých napěťových a proudových soustav jsou od sebe odděleny transformovkami nebo měnírnami.

V České republice je přenos elektrické energie zajištěn především soustavami 3AC, 50Hz, 400kV a nebo 3AC, 50Hz, 220kV, viz Obr. 2. Obě tyto soustavy jsou s účinně uzemněným uzlem. V zahraničí jsou přenosové soustavy provozovány s napětími 220kV, 330kV, 500kV, 750kV a 1150kV.

Zdroje (elektrárny) jsou buď přímo zapojeny do soustav 400kV, nebo 220kV, popř. jsou zapojeny do sítí 110kV, které pracují do přenosových soustav přes zvyšovací transformátory. Uzly přenosové soustavy jsou elektrickými stanicemi, jejichž funkcí je spínat různé větve soustavy a obvykle v téže stanici transformovat elektrickou energii na jiné napětí, většinou na distribuční napětí 110kV v transformovnách 440/110kV, popř. 220/110kV. Z těchto stanic jsou pak napájeny veřejné rozvodné soustavy.

Elektrické stanice jsou nedílnými součástmi elektrizačních soustav. Jsou jimi propojeny sítě různých proudových a napěťových soustav a přes ně se také jednotlivé sítě navzájem ovlivňují. Musí proto být řešeny tak, aby umožňovaly všechny konfigurace soustavy, realizované propojovanými sítěmi. Jejich umístění musí být voleno optimálně. [1]

Schéma rozvodné sítě v ČR



Obr. 2: Schéma přenosové rozvodné sítě na území ČR [8]

2.2 Členění rozvodných sítí z hlediska jejich uspořádání

Sítě mohou být z hlediska uspořádání řešeny jedním ze dvou základních způsobů:

- jako otevřený rozvod, kde je elektrická energie ke spotřebiči dodána jednou cestou
- jako uzavřený rozvod, kde napájení lze zajistit vždy ze dvou nebo více stran

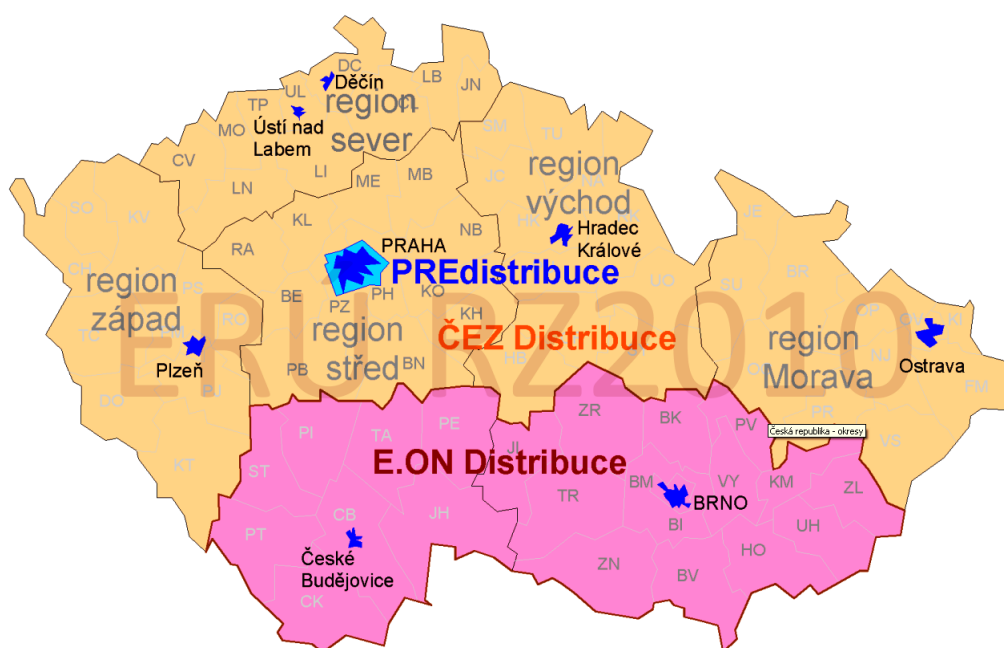
K prvnímu způsobu patří paprskový rozvod a průběžný rozvod, ke druhému způsobu patří okružní rozvod, hřebenová a mřížová síť.

Přenosová (nadřazená) soustava 400kV a 220kV je řešena okružním rozvodem, do kterého pracují tuzemské zdroje velkých výkonů.

Distribuční soustava 110kV tvoří základní pilíř distribuční soustavy. Síť zajišťují tranzit elektrické energie z uzlových transformoven zvn/vvn a vvn/vvn do transformoven 110/vn kV. Do těchto sítí je vyveden výkon řady elektráren o výkonech desítek MW, jsou provozovány zpravidla jako okružní a zvolenému způsobu provozu odpovídá i použitý systém chránění distančními ochranami. Síť se vyznačuje spolu s vedeními zvn a vvn přenosové soustavy vysokou spolehlivostí a velice nízkou četností poruch. Díky způsobu provozu a zálohování většina poruch při správném působení ochranných systémů nezpůsobí přerušeni dodávky elektrické energie odběratelům. Vedení jsou nejčastěji konstruována jako dvojítá.

Distribuční sítě vn jsou tvořeny venkovními a kabelovými vedeními provozovanými v převážné míře s napětím 22kV, resp. 35kV. Z minulosti jsou v provozu sítě s napětím 3, 6, 10kV. Tyto sítě nejsou dále rozvíjeny a jsou v rámci unifikace nahrazovány napětíovou hladinou 22kV, resp. 35kV. V drtivé většině jsou tyto sítě provozovány paprskově, případně formou průběžného rozvodu. V městských aglomeracích toto řešení většinou umožňuje řadu propojení do dvoupaprskového nebo okružního rozvodu.

Na Obr. 3 je zobrazen přehled distribučních sítí v České republice.



Obr. 3: Rozdělení distribučních sítí v ČR [9]

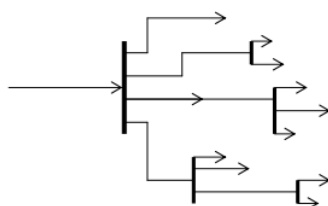
Distribuční sítě nn jsou provozovány převážně paprskovým a průběžným rozvodem, husté městské sítě jsou provedeny jako sítě mřížové.

Plnění funkcí rozvodného systému je dáno vhodnou volbou konfigurace sítě ve všech použitých napětíových hladinách. Na struktuře této sítě tedy závisí rozdělení výkonů, velikosti zkratových proudů, úbytky napětí apod.

V níže uvedených bodech 1 - 5 jsou uvedeny topologie jednotlivých druhů rozvodů.

1. Paprskový rozvod

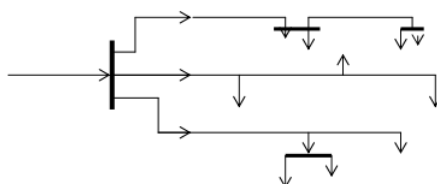
Obr. 4 představuje jednoduchou paprskovou síť. Výhodou této sítě je její jednoduchost a z ekonomického hlediska jsou finančně méně nákladné. Napájení je zajištěno pouze z jedné strany, což může být značná nevýhoda v rámci zálohování. Jednotlivé odběry jsou připojeny na samostatné paprsky a nelze je vzájemně spojovat. Těchto sítí je využíváno především v malých městech a vesnicích.



Obr. 4: Paprsková síť [4]

2. Průběžný rozvod

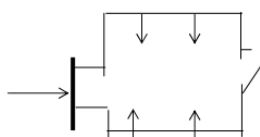
Uplatnění těchto rozvodů může být například v průmyslových rozvodech pro napájení spotřebičů s velkými příkony se stálým provozem. Na Obr. 5 je znázorněna jednoduchá okružní síť.



Obr. 5: Průběžná síť [4]

3. Okružní rozvod

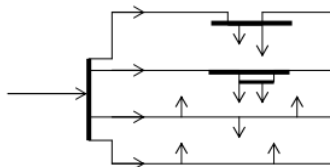
Oproti rozvodu průběžnému vzniká výhoda lepšího proudového využití rozvodu. Výhoda je i v napájení spotřebičů v obvodu ze dvou stran v případě poruchy, což je dobře viditelné z Obr. 6. Jednotlivé polosmyčky jsou vedeny tak, aby se daly ve spínacích trafostanicích sepnout. Obvykle se provozují rozepnuté, tedy jako paprskové. Tyto sítě jsou dražší než paprskové, a však jsou provozně spolehlivější. Provoz je přehledný a nenáročný. V praxi je využití pro napěťové hladiny nn, vn a vvn.



Obr. 6: Okružní síť [4]

4. Hřebenový rozvod

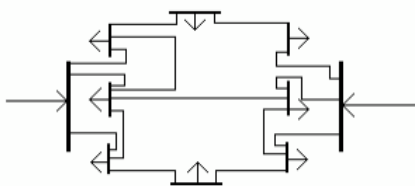
Výhodou hřebenového rozvodu, viz Obr. 7, je zejména spolehlivější napájení podružných rozváděčů, lepší využití rozvodu v jeho omezených částech a napájení podružných rozváděčů v případě poruchy v jedné nebo i ve více větvích rozvodu.



Obr. 7: Hřebenová síť [4]

5. Mřížový rozvod

Mřížový rozvod je napájen ze dvou nebo i více zdrojů, viz Obr. 8. Zajišťuje dokonalé proudové využití a je nejspolehlivější pro napájení podružných rozváděčů i v případě poruchy jednoho zdroje nebo části napájecí sítě. Tento rozvod je typický pro městské sítě.



Obr. 8: Mřížová síť [4]

Další druhy rozvodných sítí lze získat kombinací uvedených druhů nebo jejich zdvojením. Tak se např. získá často používaná síť dvoupaprsková. [4], [6]

2.3 Rozdělení elektrických zařízení podle napětí

Elektrická zařízení podle napětí se rozdělují do jednotlivých kategorií napětí, jak je uvedeno v Tab. 1. Podkladem dále uvedených údajů je norma ČSN 33 0120:2001 obsahující normalizovaná napětí IEC, platící kromě jiného pro střídavé přenosové distribuční sítě a v nich používaná zařízení o kmitočtu 50 a 60 Hz se jmenovitým napětím nad 100V a ČSN 33 0121:2001 řešící jmenovitá napětí veřejných distribučních sítí nn.

Dle normy ČSN EN 50160 ed.3 Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí (33 0122) z února 2011 jsou napětí definována následovně:

- **nízké napětí (nn)** [low voltage (LV)] – napětí, jehož jmenovitá efektivní hodnota je $U_n \leq 1\text{kV}$.
- **vysoké napětí (vn)** [medium voltage (MV)] – napětí, které má jmenovitou efektivní hodnotu $1\text{kV} < U_n \leq 36\text{kV}$.
- **velmi vysoké napětí (vvn)** [high voltage (HV)] – napětí, jehož jmenovitá efektivní hodnota je $36\text{kV} < U_n \leq 150\text{kV}$.

Tab. 1: Rozdělení elektrických zařízení podle napětí [3]

Kategorie napětí, resp. napět'ové pásmo	Označení napětí	Název zařízení	Jmenovité napětí v soustavě		
			uzemněné		izolované
			mezi vodičem a zemí	mezi vodiči	mezi vodiči
1	2	3	4	5	6
I	mn	zařízení malého napětí	do 50V*) včetně		
II	nn	zařízení nízkého napětí	nad 50V do 600V včetně	nad 50V do 1000V*) včetně	
A	vn	zařízení vysokého napětí	nad 0,6kV a menší než 30kV	nad 1kV*) a menší než 52kV	
B	vvn	zařízení velmi vysokého napětí	od 30kV a menší než 171 kV	od 52kV a menší než 300kV	
C	zvn	zařízení zvlášť vysokého napětí	–	od 300kV do 800kV včetně	–
D	uvn	zařízení ultravysokého napětí	–	nad 800kV	–
*) Pro stejnosměrná zařízení je hranicí mezi malým a nízkým napětím 120V, hranicí mezi nízkým a vysokým napětím je pro stejnosměrná zařízení 1 500V.					

Poznámka:

Jmenovité napětí sítě (U_n) – napětí, podle kterého je síť navržena nebo označena a k němuž se vztahují některé provozní charakteristiky.

Nejvyšší napětí sítě – nejvyšší hodnota napětí, která se vyskytne za normálních provozních podmínek v libovolném okamžiku a libovolném místě sítě; jsou vyloučena přechodná napětí jako napětí způsobena v síti spínáním a dočasnými změnami napětí.

Nejvyšší napětí pro zařízení – nejvyšší napětí, pro které je zařízení určeno s ohledem na jeho izolaci a jiné charakteristiky, které mohou být v příslušných doporučeních pro zařízení vztaženy k tomuto nejvyššímu napětí.

Česká elektrizační soustava v trojfázových střídavých sítích se střídavým jmenovitým napětím nad 1kV o kmitočtu 50Hz používá jmenovitá napětí dle Tab. 2. [3]

Tab. 2: Jmenovitá napětí sítí nad 1kV AC [3]

Jmenovité napětí sítě [kV]	Nejvyšší napětí pro zařízení [kV]	Označení napětí dle Tab. 1
3	3,6	vn
6	7,2	vn
10	12	vn
22	25	vn
35	38,5	vn
110	123	vvn
220	245	vvn
400	420	zvn

2.4 Druhy rozvodných zařízení

Mezi hlavní rozvodná zařízení v elektrizační soustavě patří elektrické stanice a jejich rozvodny. Elektrické stanice jsou definovány jako ucelená zařízení v uzlu elektrizační soustavy, sloužící buď k transformaci napětí na jinou hladinu a jejímu dalšímu rozvádění tzv. transformovny, nebo k rozvedení elektrické energie stejného napětí tzv. spínací stanice nebo k přeměně proudu ze střídavého na stejnosměrný a jeho dalšímu rozvádění tzv. měnirny a také kompenzovny, které slouží k vyrovnávání jalových složek proudu.

Rozloha elektrických stanic je dána jejich začleněním do elektrizační soustavy, počtem přípojnicových systémů, instalovaným výkonem transformátorů apod.

Stanice jsou elektrické celky obsahující několik rozvodných zařízení, transformátory umístěné na transformátorových staveništích a další silová zařízení, pro změnu napětí, frekvence a dalších veličin. Dále pro svou činnost potřebují zařízení vlastní spotřeby, akumulátorové baterie, uzemnění, vytápění, větrání a také osvětlení.

1. Základní rozdělení elektrických stanic

a) Podle účelu

- transformovny, které slouží k transformaci elektrické energie na potřebné napětí a k jejímu rozvodu
- spínací stanice, které slouží k rozvodu elektrické energie téhož napětí
- měnirny, které slouží k přeměně střídavé proudové soustavy na jinou

b) Podle umístění v elektrizační soustavě

- elektrické stanice výroben – přenášejí vyrobenou elektrickou energii do sítě vvn, směr toku elektrické energie je od alternátorů do sítě
- elektrické stanice v přenosové soustavě – jsou to uzlové spínací stanice nebo transformační stanice
- elektrické stanice spotřeby – jsou to distribuční elektrické stanice (rozdělují a transformují elektrickou energii a předávají ji spotřebním centřům) a průmyslové elektrické stanice (rozdělují elektrickou energii přímo v průmyslových spotřebách, transformují ji zpravidla až na hladinu NN)

c) Podle způsobu obsluhy

- s trvalou obsluhou
- bez obsluhy s pravidelným dozorem
- bez obsluhy s dálkovým ovládáním

d) Podle způsobu montáže

- rozvodny (montují se na místě použití, vyžadují zvláštní úpravy prostoru)
- rozvaděče (celek se sestavuje ve výrobním závodě, na místě užití se montuje kompletní)
- rozvodnice (malá rozvodná zařízení)

e) Podle provedení

- vnitřní (včetně zapouzdřených)
- venkovní a polokryté

2. Hlavní části elektrických stanic

a) Elektrická část

- rozvodná zařízení – zařízení pro rozvádění, jištění, měření a kontrolu elektřiny a pro řazení (spínání a přepínání) elektrických obvodů
- transformátory
- kompenzační zařízení (statická, rotační)

b) Společná a pomocná část

- slouží k zabezpečení provozu a údržby (olejové hospodářství, revizní věž, dílny, sklady, administrativa, atp.).

c) Stavební část

- pozemek, budovy, komunikace, vlečka atp.

3. Rozdělení elektrických stanic v průmyslu

a) Vstupní transformovna (rozvodna)

Do ní se přivádí elektrická energie od dodavatele (rozvodná akciová společnost). Podle účelu to může být rozvodna VN (VVN), transformovna nebo rozvodna NN. Její provedení závisí na konkrétním průmyslovém odběru.

b) Hlavní transformovna (rozvodna)

Je to centrální místo pro rozvod elektřiny v průmyslovém odběru, často je přejímacím místem elektrické energie od dodavatele. Někdy tvoří se vstupní transformovnou jeden celek nebo s ní splývá.

c) Podružné transformovny

Napájejí dané technologické objekty (provozy), jsou napájeny z hlavní transformovny.

4. Základní schémata elektrických stanic a rozvoden

Schéma elektrické stanice určuje provozní vlastnosti této stanice. Volba schématu je dána řadou požadavků, jsou to zejména:

- provozní požadavky (zapojení do elektrizační soustavy)
- bezpečnost provozu (ochrana před zkratovými proudy, ochrana před úrazem elektrickým proudem, zamezení chybné manipulace)
- investiční a provozní hospodárnost

Schéma elektrické stanice se má volit co nejjednodušší a přehledné. Skládá se z odboček a přípojníc. Základním modulem rozvodného zařízení jsou odbočky, které jsou tvořeny souborem připojených přístrojů, sloužících zejména ke spínání, měření a ochraně vývodů nebo přívodů elektrické energie.

Podle funkce jsou odbočky děleny na:

a) Hlavní

- alternátorové
- transformátorové
- vývodové – venkovní, kabelové, motorové, kondenzátorové, tlumivkové a jiné

b) Pomocné

- spínače hlavních přípojníc
- spínače pomocných přípojníc
- pro měření napětí
- pro bleskojistky

Podle výstroje jsou odbočky děleny na:

- provozní
- záložní – s plnou výstrojí a s částečnou výstrojí

Propojení odboček zprostředkují přípojnice, které tvoří holé vodiče, jejichž průřez je dán proudovým zatížením a které splňují požadavky na přesnost a zkratové poměry. Podle počtu a druhu přípojníc se pak provozují rozvodná zařízení:

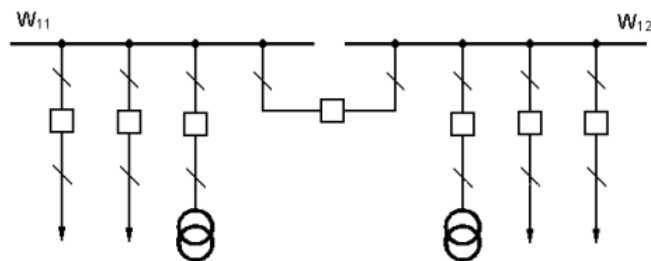
a) S přímými přípojnícemi

- jednoduché
- jednoduché a pomocné
- dvojité
- dvojité s jednou ve funkci pomocné přípojnice
- dvojité a pomocné
- trojitě, trojitě a pomocné

Jednoduchý systém přípojníc

Používá se tam, kde není požadavek nepřerušovaného zásobování při revizích a opravách. Výhodou je jednoduchost, přehlednost a nízké náklady. Spolehlivost dodávky elektrické energie lze zvýšit podélným dělením přípojníc, což představuje Obr. 9. Při poruše jednoho z napáječů mohou být podélným spínačem propojeny obě sekce paralelně a následně být napájeny ze zbývajících napáječů.

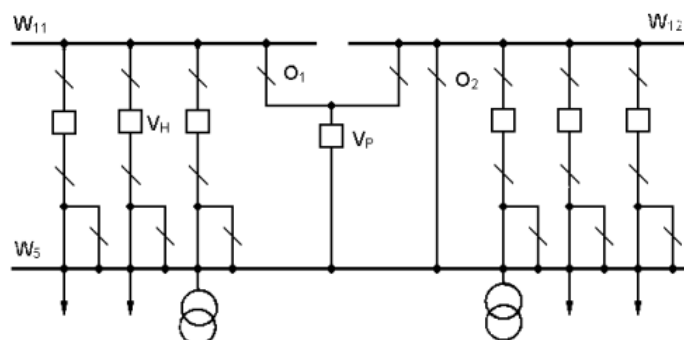
Jednoduchý systém přípojníc se používá v rozvodných zařízeních nn a u méně důležitých rozvodných zařízeních vn.



Obr. 9: Jednoduchý systém přípojníc s podélným dělením [5]

Jednoduchý systém s přípojnici pomocnou

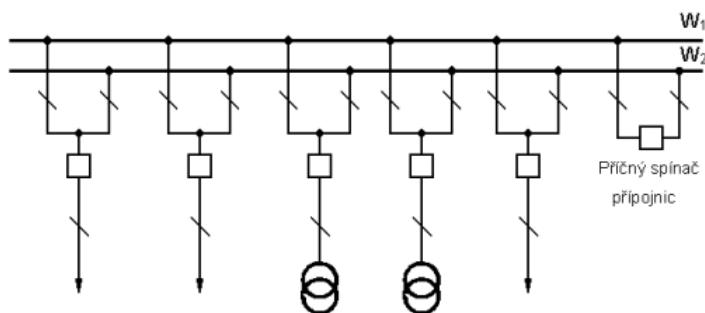
Jejich využití se vyskytuje především tam, kde je nutno při revizích a opravách zajistit nepřerušenu dodávku elektrické energie. Na níže uvedeném Obr. 10 je schematicky naznačen náhradní provoz odbočky při vypnutém vypínači V_H přes spínač pomocné přípojnice V_P . Na pomocnou přípojnicí se připojuje pouze pomocná odbočka. Pomocná přípojnice a odbočka spínače pomocné přípojnice se dimenzují podle nejvíce zatížené odbočky. Na Obr. 10 je spínač přípojnic kombinovaný. Kromě připojení pomocné přípojnice na obě podélně dělené sekce hlavní přípojnice ještě umožňuje podélné sepnutí hlavních přípojníc pomocí odpojovačů O_1 a O_2 .



Obr. 10: Jednoduchý systém přípojníc s podélným dělením [5]

Dvojitý systém přípojníc

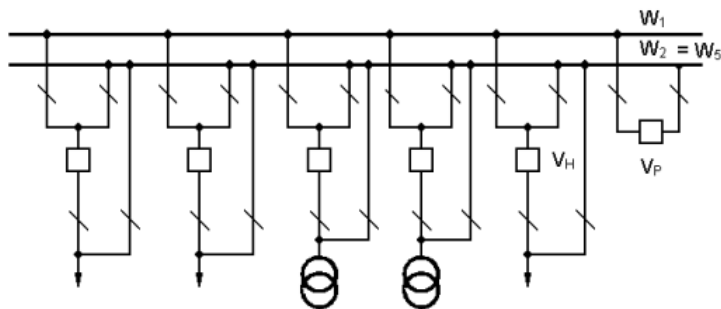
Používá se tam, kde je vyžadována vysoká spolehlivost dodávky elektrické energie, kde není přípustné ani krátkodobé přerušování dodávky elektrické energie nebo tam, kde je nutno provoz odboček dělit do dvou, a to z důvodu např.: omezení zkratových proudů, současné napájení ze dvou nespolečných zdrojů, oddělení venkovních a kabelových sítí, oddělení spotřebičů kolísavého příkonu od spotřebičů citlivých na kolísání napětí a zajištění důležitých odběrů i v případě výpadků některých napáječů zbývajících napáječů menšího výkonu. Dvojitý systém přípojníc představuje Obr. 11. Je-li nutno provoz dělit na více skupin, pak se používá i podélné dělení přípojníc.



Obr. 11: Dvojitý systém přípojníc s podélným dělením [5]

Dvojitý systém přípojníc, z nichž jedna slouží jako pomocná

Tento systém umožňuje použít jeden systém hlavních přípojníc jako pomocnou přípojnici. Náhradní provoz odbočky při vyřazeném vypínači V_H přes spínač pomocné přípojnice V_P je patrný z Obr. 12. Nevýhodou tohoto systému je, že při použití jedné hlavní přípojnice jako pomocné se všechny ostatní odbočky z této přípojnice musí převést na druhou hlavní přípojnici.



Obr. 12: Dvojitý systém přípojníc s podélným dělením, z nichž jedna slouží jako pomocná [5]

Trojítý systém přípojníc

Používá se tam, kde dvojitě přípojnice musí být trvale v odděleném provozu a při samotné revizi není přípustné ani krátkodobé přerušení dodávky elektrické energie. Dále se používá tam, kde provoz musí být dělen do tří skupin nebo kde je nutné provozní dělení sítí s ohledem na důležitost provozu.

- b) S okružními přípojnícemi
 - bez záložního spínače a se záložním spínačem
- c) Bez přípojníc (např. spojení do „H“)
- d) S větším počtem vypínačů na odbočku

Uvedené rozdělení platí pro všechny elektrické stanice v elektrizační soustavě. Průmyslové stanice jsou převážně vn a nn (málo vvn). Jejich systém přípojníc je ve většině případů jednodušší než u stanic v elektrických a přenosových distribučních sítích. Ve schématech elektrických stanic se hlavní systémy přípojníc označují W_1 , W_2 , W_3 . V případě podélného dělení hlavních přípojníc pak W_{11} a W_{12} , W_{21} a W_{22} , W_{31} a W_{32} . Pomocné přípojnice se označují W_5 a v případě podélného dělení W_{51} a W_{52} .

5. Vybavení odboček

Vybavení odboček závisí na umístění rozvodny v elektrizační soustavě, hladině napětí jejích důležitostí apod. Základní vybavení je patrné z výše uvedených schémat. Na přípojnice navazuje přípojnicový odpojovač, dále vypínač a vývodový odpojovač. Další přístroje, které se nacházejí v odbočkách a nejsou zakresleny ve schématech, mohou být např. uzemňovače (zkratovače), omezovače přepětí, pojistky a měřicí transformátory.

Uzemňovací odpojovače lze nahradit přenosnými soupravami dimenzovanými na zkratový proud a časy ochran. Zapouzdřená rozvodná zařízení vvn jsou uzemňovacími odpojovači vybavena.

Odbočky ve stanici vvn mají vždy schémata s plnou výzbrojí. Ve stanicích se odbočky připojují na přípojnicové systémy.

U skříňových rozváděčů vn se často používá výsuvných přístrojů. Kontakty, do nichž se zasouvají části s přístroji, zastávají funkci odpojovačů. Samotný výsuvný přístroj je pak tvořen vypínačem.

V rozvodnách vn není v některých případech použit výkonový vypínač, ale pouze odpínač. Tyto odbočky pak musejí být navíc vybaveny ochranou před účinky zkratových proudů např. pojistkou vn.

6. Spínací přístroje v rozvodnách

a) Odpojovač

Odpojovač, viz Obr.13, viditelně spojuje nebo rozpojuje elektrický obvod pouze bez zatížení. V přesně vymezených případech lze odpojovačem zapínat a vypínat transformátor naprázdno. V případě manipulace při zatížení by se na odpojovači vytvořil elektrický oblouk, který by způsobil následnou poruchu (zpravidla mezifázový zkrat). Odpojovač je proto blokován na polohu výkonového vypínače, tzn. manipulace s odpojovačem je umožněna pouze při vypnutém výkonovém vypínači. Odpojovače jsou buď přípojnicové, nebo vývodové.



Obr. 13: Třípólový přípojnicový odpojovač, 25kV, 630A, 20kA pro vnitřní provedení rozvoden [10]

b) Odpínač

Odpínač je spínací prvek, který je schopen spínat a vypínat proudy do jejich jmenovitých hodnot. Nejsou schopny vypínat zkratové proudy. Z tohoto důvodu se odpínače v odbočkách kombinují s pojistkami.

Na Obr. 14 je třífázový odpínač 25kV pro venkovní provedení s montáží na betonový sloup vn.



Obr. 14: Odpínač VN 25kV pro venkovní provedení [11]

c) Výkonový vypínač

Slouží ke spínání a vypínání elektrických obvodů pod zatížením. Hlavní vlastností výkonového vypínače je schopnost vypínat i zkratové proudy. Pro dimenzování výkonového vypínače je nutno znát především jmenovitý proud, jmenovitý výkon a tzv. vypínací zkratový výkon. Jednotlivé druhy vypínačů se dělí podle způsobu zhašení elektrického oblouku při vypínání (maloolejový, tlakovzdušný, expanzní atd.). [5]

Na Obr. 15 je výkonový vypínač se jmenovitým napětím 123kV od společnosti ABB. Jmenovitý proud vypínače je 3150A a jmenovitý vypínaný proud 40kA.



Obr. 15: Výkonový vypínač SF6, 123kV [12]

3 LEGISLATIVA Z OBLASTI REVIZÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

3.1 Geneze institutu revizního technika

Institut revizního technika elektrických zařízení tak, jak je dnes chápáno, byl instalován v technické normě ČSN 34 3800 platné od 1.1.1962. Bylo to v době intenzivní poválečné výstavby průmyslu, kdy dodavatelskoodběratelské vztahy i údržba provozovaného zařízení byly na nízké úrovni, a proto se stát rozhodl vložit do řetězce těchto vztahů další kontrolní prvek ve formě revizního technika. Míra ingerence státu v této oblasti se pozdějšími legislativními opatřeními ještě dále zvyšovala. Tato norma byla v roce 1967 zrušena a nahrazena technickou normou stejného čísla. V podstatě se jednalo o první pokus definovat nejen samotné revize, ale i funkci revizního technika elektrických zařízení.

1. Norma ČSN 34 3800 / 61

Tato technická norma vycházela ze znění tehdy platného **zákona č. 65/1965 Sb.** o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, který ukládal provozovatelům technického zařízení provádět revize tohoto zařízení jako součást preventivní údržby zařízení. Zajištění provádění revizí elektrického zařízení a odstraňování závad bylo považováno za základní povinnost provozovatele el. zařízení, který zařízení používá a odpovídá za jeho stav. K provádění revizí musel provozovatel, který vlastnil údržbu, instalovat do funkce revizního technika. Zároveň bylo provozovateli zakázáno vystavovat revizního technika jakémukoliv časovému nebo jinému nátlaku, či vyvozovat vůči reviznímu technikovi sankce v souvislosti s odpovědným rozhodnutím, které učinil. Kromě těchto povinností vybavila technická norma provozovatele právem odvolat z funkce revizního technika v případech, kdy vykonal revizi nedbale či neodborně.

Povinnosti a práva revizního technika elektrických zařízení byly následující:

- povinnost provádět revize nestranně, svědomitě a věcně dle příslušných předpisů a norem
- povinnost stanovit přechodná opatření v případech, kdy údržba nemůže vlastními prostředky závadu odstranit
- povinnost stanovit dobu trvání přechodných opatření
- povinnost prokazatelně navrhnout zastavení vadného zařízení v případech, kdy toto bezprostředně ohrožuje bezpečnost, do doby odstranění závad

2. Norma ČSN 34 3800 / 67

V roce 1967 došlo ke zrušení technické normy ČSN 34 3800, která byla nahrazena technickou normou stejného čísla, čili normou ČSN 34 3800 / 67. Tato norma nepřinesla pro revizní techniky žádnou podstatnou změnu. Především došlo ke zrušení všech ustanovení, která se týkala pracovních právních vztahů, jež do technické normy nepatří.

3. Dozor a revizní technik

Dozorem je chápána koncepce kontrolních činností zúžená na bezpečnost samotných vyhrazených elektrických zařízení, pomíjejíce bezpečné činnosti na nich prováděné.

V případě, že se pomine historické období platnosti Živnostenského řádu, který dal základ živnostenské inspekci, jakož i období protektorátu, ve kterém byl na základě vládního **nařízení č. 235/1942 Sb.** zřízen „Technický dozorčí spolek Praha (*Technischer Überwachungsverein Prag*)“, pak prvním poválečným ucelenějším pokusem o instalaci technického dozoru nad některými technickými zařízeními bylo vládní **nařízení č. 52/1953 Sb.**

Účelem tohoto nařízení bylo zajistit při provozu technických zařízení bezpečnost lidského života a zdraví, národního majetku jakož i hospodárnost po stránce tepelné techniky. Orgánem dozoru byla ustanovena Státní energetická inspekce, podléhající ministerstvu paliv a energetiky. To byl právní rámec, který dal vzniknout Ústavu technického dozoru (ÚTD) i jeho kompetencím. Zde již byly zakotveny úkoly, kde kromě klasické náplně vrchnostenského dozoru bylo uloženo prověřovat, zda zaměstnanci pověřeni obsluhou a dozorem nad technickými zařízeními mají potřebné odborné znalosti a kvalifikaci.

4. Norma ČSN 33 1500

Tato technická norma nabyla účinnosti v roce 1991, když nahradila předchozí normu ČSN 34 3800 / 67. V podstatě došlo pouze ke zpřesnění některých ustanovení o výchozí a pravidelné revizi, ale tato ustanovení se vesměs dotýkají povinností provozovatele, nikoliv revizního technika. [2]

3.2 Současná legislativa a právní předpisy

Mezi současnou legislativu patří následující zákony, nařízení a vyhlášky:

Zákon č. 458/2000 Sb. v platném znění (energetický zákon), zákon č. 262/2006 Sb. (zákoník práce), zákon č. 22/1997 Sb. v platném znění o technických požadavcích na výrobky, zákon č. 251/2005 Sb. o inspekci práce, zákon č. 174/1968 Sb. v platném znění o státním odborném dozoru nad bezpečností práce, zákon č. 18/2004 Sb. o uznávání odborné kvalifikace, zákon č. 266/1994 Sb. v platném znění (zákon o drahách), zákon č. 505/1990 Sb. v platném znění o

metrologii, zákon č. 360/92 Sb. v platném znění o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, zákon č. 309/2006 Sb. o bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a vyhlášky i nařízení vlády k uvedeným zákonům.

1. Práva a povinnosti vyplývající ze zákoníku práce, který byl vydán ve Sbírce zákonů pod číslem 262/2006 Sb.

a) Povinnosti zaměstnavatele:

§ 101 - zajistit bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci s ohledem na rizika možného ohrožení života či zdraví. Jedná se o nedílnou a rovnocennou povinnost vedoucích zaměstnanců na všech stupních řízení. Tato povinnost se vztahuje i na všechny fyzické osoby, které se s vědomím vedoucího pracovníka zdržují na pracovišti. Náklady na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci hradí zaměstnavatel.

§ 101 - plní-li úkoly na jednom pracovišti dva nebo více zaměstnavatelů, mají povinnost vzájemně vyhodnotit rizika, o těchto rizicích se písemně informovat a dohodnout se na zaměstnavateli, který bude opatření k ochraně bezpečnosti všech pracovních skupin koordinovat.

§ 103 - zajištění školení pro zaměstnance o právních a ostatních předpisech k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zachování a rozšíření jejich kvalifikačních předpokladů.

§ 103 - nepřipustit, aby zaměstnanec vykonával zakázané práce a práce, jejichž náročnost by neodpovídala jeho schopnostem a zdravotní způsobilosti.

§ 103 - zabezpečit, aby zaměstnanci jiného zaměstnavatele vykonávající práci na jeho pracovištích obdrželi při jejich zahájení potřebné informace k zajištění bezpečnosti. Plnění tohoto požadavku se vztahuje i na externí revizní techniky.

b) Prevence rizik:

§ 102 - zaměstnavatel je povinen vyhledávat rizika, zjišťovat jejich příčiny a přijímat opatření k jejich odstranění. Nelze-li rizika odstranit, je povinen je vyhodnotit a přijmout opatření k minimalizaci ohrožení bezpečnosti a zdraví pracovníků. Vzhledem k závažnosti problematiky vypracoval někdejší Český úřad bezpečnosti práce praktický návod „Systém vnitřního řízení bezpečnosti v podniku“. Odborná způsobilost osob pro prevenci rizik a rozsah jejich činnosti – BTP 0011/01, část 2. Revize elektrických zařízení a hromosvodů je jednou z forem vyhledávání rizik. Je tedy výhodné a účinné v celkovém posudku revizní zprávy, pokud obsahuje závady, na uvedený paragraf zákoníku práce odkázat.

§ 102 - zaměstnavatel přijímá opatření pro případ zdolávání mimořádných událostí (havárie, požáry, hromadné úrazy, evakuace zaměstnanců včetně pokynů k ukončení práce a

okamžitému opuštění pracoviště apod.). V případě projekce, realizace a revize elektrického zařízení je nutno tyto skutečnosti vyhodnotit a přijmout odpovídající řešení.

c) Osobní ochranné pracovní prostředky:

§ 102 - zaměstnavatel je povinen poskytnout zaměstnancům osobní ochranné pracovní prostředky. Tyto prostředky je zaměstnavatel povinen udržovat v použitelném stavu a kontrolovat jejich používání.

d) Povinnosti zaměstnavatele při pracovních úrazech:

§ 105 - při vzniku pracovního úrazu je zaměstnavatel povinen objasnit příčinu a okolnosti úrazu (mimo jiné) za účasti zraněného zaměstnance (pokud to jeho zdravotní stav dovolí). V knize úrazů je nutno vést všechny pracovní úrazy. Dokumentace pracovních úrazů se vede v případě, že zraněním došlo k pracovní neschopnosti delší než 3 kalendářní dny nebo k úmrtí zaměstnance.

e) Práva a povinnosti zaměstnance:

§ 106 - každý zaměstnanec je povinen dbát podle svých možností nejen o vlastní bezpečnost, ale i bezpečnost fyzických osob, jichž se jejich činnost bezprostředně dotýká.

§ 106 - dodržovat právní předpisy, ale i ostatní předpisy vztahující se k práci jimi vykonávané, s nimiž byli řádně seznámeni.

§ 106 - zaměstnanci jsou oprávněni odmítnout výkon práce, o níž mají důvodně za to, že bezprostředně a závažným způsobem ohrožuje život a zdraví jejich nebo jiných osob. Naopak mají povinnost oznamovat nadřazenému nedostatky a závady na pracovišti.

§ 106 - zaměstnanec je povinen prohlubovat si soustavně kvalifikaci k výkonu práce sjednané v pracovní smlouvě, prohlubováním se rovněž rozumí i její udržování a obnovování. Zaměstnavatel je oprávněn uložit zaměstnanci účast na školeních zaměřených na bezpečnost a ochranu zdraví při práci včetně ověření jeho znalostí.

§ 106 - zaměstnanci jsou povinni dodržovat při práci stanovené pracovní postupy, používat stanovené pracovní prostředky, dopravní prostředky, osobní ochranné pracovní prostředky a ochranná zařízení a svévolně je neměnit a nevyřazovat z provozu.

V oblasti technických zařízení je výčet práv a povinností upřesněn dalšími právními předpisy a technickými normami. Ze zákoníku práce vychází i povinnost **kontroly a revize** technického zařízení, v tomto případě **vyhrazeného (VTZ)** a **určeného (UTZ)** elektrotechnického zařízení. K zajištění bezpečnosti je nutno pravidelně a řádně udržovat, kontrolovat a revidovat stroje, technická zařízení, dopravní prostředky, přístroje a nářadí. Uvedená zařízení musí být vybavena ochranným zařízením, které chrání život a zdraví pracovníků. Požadavek rozpracovává **nařízení vlády 378/2001 Sb.**, kterým

se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí. Požadavek **nařízení vlády č. 378/2001 Sb.** na kontrolu provozní dokumentace v rozsahu stanoveném „Místním provozním bezpečnostním předpisem“ 1x za 12 měsíců lze skloubit s požadavkem § 108 zákoníku práce, kterým je požadováno nejméně jednou za rok organizovat prověrku bezpečnosti a zdraví při práci na všech pracovištích a zařízeních zaměstnavatele. Další **nařízení vlády č. 495/2001 Sb.** stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků. Od 1. ledna 2007 nabyl účinnosti **zákon č. 309/2006 Sb.**, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy.

2. Zákon č. 174/1968 Sb. o státním odborném dozoru nad bezpečností práce v platném znění

Organizace státního odborného dozoru (SOD) provádí dozor nad bezpečností vyhrazených technických zařízení. Tato organizace je zřízena Ministerstvem práce a sociálních věcí. Organizace státního odborného dozoru jsou podřízeny **Státnímu úřadu inspekce práce (SUIP)**. Působnost organizace SOD se vztahuje na všechny fyzické a právnické podnikající osoby. Takovouto organizací je **Technická inspekce České republiky (TIČR)**.

Působnost organizace SOD se nevztahuje na:

- činnost, pracoviště a technická zařízení podléhající dozoru Státní báňské správy
- technická zařízení pod dozorem orgánů na úseku obrany, dopravy a informatiky
- objekty, které obhospodařuje Ministerstvo vnitra nebo organizační složka státu
- technická zařízení podléhající dozoru Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
- technická zařízení před jejich uvedením na trh, jsou-li stanovena k posuzování shody podle zákona č. 22/97 Sb.

Organizace SOD při provádění dozoru nad bezpečností vyhrazeného technického zařízení (VTZ):

- podávají odborná a závazná stanoviska o tom, zda jsou při projektování, konstrukci, výrobě, montáži, provozu, obsluze, opravách, údržbě a revizi vyhrazeného technického zařízení (VTZ) splněny požadavky bezpečnosti technických zařízení.
- ve stanovených případech provádějí prohlídky, řídí a vyhodnocují zkoušky, kterými osvědčují, zda VTZ a použité materiály splňují požadavky předpisů a ve stanovených případech potvrzují úspěšné výsledky zkoušek.
- ve stanovených případech ověřují odbornou způsobilost organizací a podnikajících fyzických osob k výrobě, montáži, opravám, revizím, zkouškám VTZ a vydávají jim k tomu oprávnění.

- prověřují odbornou způsobilost fyzických osob ke zkouškám, revizím, opravám, montážím nebo obsluze VTZ a vydávají jim o tom osvědčení.

Pověření pracovníci SOD jsou oprávněni vstupovat do prostor organizací za účelem provedení dozoru a k jeho provedení vyžadovat potřebné doklady, informace a vytvoření podmínek.

3. **Zákon č. 251/2005 Sb. o inspekci práce v platném znění**

Tímto zákonem se upravuje zřízení a postavení orgánů inspekce práce jako kontrolních orgánů na úseku ochrany pracovních vztahů a pracovních podmínek např. bezpečnosti práce. Tímto zákonem se zřizuje **Státní úřad inspekce práce (SUIP)** se sídlem v Opavě. Dále se zřizují **oblastní inspektoráty práce (OIP)** pro jednotlivé územní obvody.

Úřad je zřízen Ministerstvem práce a sociálních věcí. Tento orgán **SUIP** a **OIP** má pravomoc sankčních postihů. Úřad a inspektoráty kontrolují zejména dodržování povinností právních předpisů stanovujících pracovní dobu a dobu odpočinku, dále kontroluje dodržování právních předpisů k zajištění bezpečnosti práce, právních předpisů k zajištění bezpečnosti provozu technických zařízení atd.

SUIP řídí jednotlivé **OIP**, vede je a poskytuje jim technickou pomoc. Vydává a odnímá průkazy inspektorům. Přezkoumává rozhodnutí o přestupcích nebo správních deliktech vydané inspektorátem.

Působnost se vztahuje na:

- právnické osoby – zaměstnavatele a zaměstnance
- fyzické osoby – jsou-li zaměstnavateli, či sami pracují
- dále např. školy, věznice, uměleckou, kulturní či sportovní činnost

Tímto **zákonem č. 251/2005 Sb.** v platném znění s účinností od 1. července 2005 byly zrušeny: **Český úřad bezpečnosti práce (ČÚBP) a inspektoráty bezpečnosti práce (IBP).**

4. **Vyhláška č. 73/2010 Sb. o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení VTZ**

Vyhrazená technická zařízení (VTZ) jsou zařízení se zvýšenou mírou ohrožení zdraví a bezpečnosti osob a majetku. Jsou to technická zařízení tlaková, zdvihací, **elektrická** a plynová. Touto vyhláškou byla mimo jiné zrušena i vyhláška 20/1979 Sb. Právnické a fyzické podnikající osoby mohou provádět montáž, opravy, revize a zkoušky zařízení na základě oprávnění vydaného organizací SOD.

Vyhrazená elektrická zařízení jsou zařízení:

- pro výrobu, přeměnu, přenos, rozvod a odběr elektrické energie a elektrické stanice
- určená k ochraně před účinky atmosférické nebo statické elektřiny

Podle stupně bezpečnosti se **VTZ** zařazují do tříd a skupin. Zahájení montáže třídy I. oznamuje ten, kdo toto provádí, bez zbytečného odkladu organizaci státního odborného dozoru. Zařízení třídy I. lze uvést do provozu jen na základě odborného a závazného stanoviska organizace státního odborného dozoru, což znamená, že provozovatel musí mít toto stanovisko před uvedením do provozu (např. podklad pro kolaudaci).

Zařazení do tříd a skupin:

1) Zařízení třídy I.

- a) **Skupina A** – zařízení určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu.
- b) **Skupina B** – zařízení pracovišť z hlediska úrazu el. proudem zvláště nebezpečných působením vnějších vlivů. Nebezpečí působení vnějších vlivů musí vyplývat z projektové dokumentace.
- c) **Skupina C** – zařízení v prostorách pro léčebné účely a ve zdravotnických zařízeních.
- d) **Skupina D** – zařízení ve stavbách určených pro shromažďování více než 200 osob.
- e) **Skupina E** – zařízení určená na ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny, pokud jsou součástí zařízení uvedených ve skupinách A až D.

2) Zařízení třídy II.

- a) **Skupina A** – zařízení užívaná k výrobě, přeměně, přenosu, rozvodu nebo užití třídy II elektrické energie a napětíovými převody vysokého napětí (vn), velmi vysokého napětí (vvn) nebo zvláště vysokého napětí (zvn) se jmenovitým výkonem nad 5MW.
- b) **Skupina B** – zařízení o napětí nad 1000V střídavých a 1500V stejnosměrných nesloužící pro veřejný rozvod podle energetického zákona s přenášeným výkonem větším než 1MW.
- c) **Skupina C** – zařízení určená pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu.
- d) **Skupina D** – zařízení neuvedená ve třídě I. s proudem a napětím převyšujícím bezpečné hodnoty podle příslušných technických norem.
- e) **Skupina E** – zařízení silničních vozidel s vestavěným elektrickým vybavením a zařízení sloužící k připojení těchto vozidel na parkovištích a v kempech.
- f) **Skupina F** – zařízení v objektech pro přechodné ubytování fyzických osob.
- g) **Skupina G** – zařízení prozatímních stavenišť a zařízení ve stavbách, ve kterých jsou prováděny bourací práce.

- h) **Skupina H** – zvláštní a prozatímní zařízení určená k používání na výstavištích, v lunaparcích, v prozatímních scénických zařízeních, při dočasných kulturních a zábavních akcích, prozatímní zařízení pro zvukové a obrazové přenosy.
- i) **Skupina I** – zařízení v zemědělských stavbách.
- j) **Skupina J** – zařízení určená na ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny neuvedená ve třídě I. ve skupině E.

3.3 Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních

Vychází se z normy ČSN EN 50110-1 ed.2 (dříve používaná norma ČSN 34 3100) „Obsluha a práce na elektrických zařízeních“. Evropská norma EN 51110 sestává ze dvou částí. První část EN 50110-1 obsahuje minimální požadavky platné pro všechny země CENELEC (Evropská komise pro normalizaci v elektrotechnice) a dále několik informativních příloh, týkajících se bezpečnosti práce. Druhou část této normy tvoří soubor normativních dodatků (jeden za každou zemi), které specifikují buď současné bezpečnostní požadavky, nebo uvádí národní dodatky k těmto minimálním požadavkům v době, kdy tato Evropská norma byla přijata.

Základní pojmy a názvosloví:

- **Údržba elektrického zařízení** – všechny druhy oprav, čištění a odstraňování závad a poruch k zajištění dobrého technického stavu zařízení.
- **Revize elektrického zařízení** – souhrn úkonů, při kterých se prohlídkou doplněnou potřebným měřením a zkoušením zjišťuje stav, zda zařízení vyhovuje platným normám a předpisům s ohledem na bezpečnost osob před úrazem a věcí před poškozením nebo zničením.
- **Obsluha elektrického zařízení** – jsou to úkony spojené s provozem el. zařízení, např. spínání, regulování, synchronizování, výměna pojistek, žárovek apod.
- **Prohlídka elektrického zařízení** – prohlídka stavu a sluchová kontrola činnosti zařízení při dodržování předepsaných bezpečných vzdáleností od částí pod napětím.
- **Práce na elektrickém zařízení** – montáž, revize a údržba elektrického zařízení. Patří sem také všechny úkony pro zajištění pracoviště, jakož i měření přenosnými přístroji.
- **Práce podle pokynů** – jedná se o práci, pro kterou jsou dány jen nejnutnější pokyny. Při této práci odpovídají pracující za dodržování bezpečnostních předpisů.
- **Práce s dohledem** – je to práce, která se provádí podle podrobnějších pokynů. Před zahájením práce se osoba provádějící dohled přesvědčí, zda jsou provedena nutná bezpečnostní opatření. V průběhu prací podle potřeby občas kontroluje dodržování bezpečnostních předpisů. Při této práci odpovídá za dodržování bezpečnostních předpisů pracující.
- **Práce pod dozorem** – práce, která se provádí za trvalé přítomnosti osoby, jež je pověřena vykonávat dozor a je odpovědná za dodržování příslušných bezpečnostních předpisů.

- **Ochranné pomůcky** – jedná se o předměty chránící pracovníka před nebezpečnými účinky elektřiny, před škodlivostí pracovního prostředí nebo jiným ohrožením. Před jejich použitím je pracovník povinen přesvědčit se, zda nejsou poškozené, jsou přezkoušené a funkční. Jedná se například o pryžové ochranné rukavice s textilní vložkou, pryžové dielektrické galoše, izolační koberce, ochranné přilby, brýle, štíty, pásy apod.
- **Pracovní pomůcky** – jsou to předměty potřebné k práci na el. zařízení nebo v jeho blízkosti, případně k obsluze elektrického zařízení. Jedná se o izolované pracovní nářadí, zkoušečky, stupadla, elektrické měřicí přístroje.

V rámci zásad bezpečnosti při obsluze a práci na elektrických zařízeních je nutno zmínit normu **PNE 33 0000-6 ed.2:2007** „Obsluha a práce na elektrických zařízeních pro výrobu, přenos a distribuci elektrické energie“, která navazuje na normu **ČSN EN 50110-1** a rozpracovává základní požadavky bezpečnosti obsluhy a práce na el. zařízeních výroben, přenosové a distribuční soustavy nebo v blízkosti těchto zařízení. Ustanovení zmíněných norem je podkladem pro následující části této kapitoly zaměřené zejména na zařízení nad 1000 V.

1. Rizika při činnostech na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti

Možná rizika při činnostech na elektrických zařízeních jsou nebezpečí zranění nebo úmrtí osoby postižené elektrickým proudem. Míra rizika je v přímé závislosti na působení elektrické energie z el. zařízení, popř. na obecném riziku při kombinaci činností na souvisejících zařízeních a souvisejících činnostech (mechanické riziko, riziko z okolního pracovního prostředí apod.).

Proto je nezbytné před zahájením jakékoliv práce na el. zařízení a jeho obsluhy provést hodnocení možného rizika. Analýza rizika se provádí na základě vyhodnocení faktorů:

- jmenovité napětí příslušného el. zařízení (mn, nn, vn, vvn, zvn)
- způsob ochrany před nebezpečným dotykem živých a neživých částí dle **ČSN EN 61 140 ed.2 a ČSN 33 2000-4-41 ed.2/2007**
- úroveň elektrotechnické kvalifikace osob provádějících činnosti na el. zařízeních nebo v jejich blízkosti
- způsob provádění prací na el. zařízení, tj. práce na zařízení bez napětí, v blízkosti napětí a práce na zařízení pod napětím
- kombinace dalších rizik souvisejících s prováděnou činností (pohyb montážních plošin apod.)

Na základě vyhodnocení provedené analýzy rizika musí být mimo jiné stanovena:

- elektrotechnická kvalifikace a počty osob pro obsluhu příslušných elektrických zařízení

- elektrotechnická kvalifikace a počty osob pro jednotlivé druhy pracovní činnosti na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti
- pracovní postupy včetně bezpečnostních opatření pro jednotlivé činnosti (určení způsobu práce – podle pokynů, s dohledem nebo pod dozorem)

Za stav a provoz každého elektrického zařízení musí být ve smyslu **ČSN EN 50110-1 ed.2** určena osoba, jež je pověřena přímou zodpovědností za dané elektrické zařízení – **osoba odpovědná za elektrické zařízení**.

Elektrotechnická kvalifikace:

Podle dosaženého stupně odborné kvalifikace může pracovník vykonávat na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti odpovídající činnost. Podmínky pro získání kvalifikace stanovuje doposud platná **vyhláška č. 50/1978 Sb.**, o odborné způsobilosti v elektrotechnice v platném znění.

- **Pracovníci seznámení (§ 3 vyhlášky 50/1978)** – mohou samostatně obsluhovat jednoduchá el. zařízení malého a nízkého napětí, u kterých nemohou při obsluze přijít do styku s živými částmi pod napětím jen při dodržení bezpečné vzdálenosti dle **ČSN 34 3108** (u zařízení do 1000V je to 1m). Při práci se může pracovník přiblížit ke krytu živých částí až na dotyk. Při nedodržení bezpečné vzdálenosti musí být zařízení vypnuto a zajištěno proti zapnutí. Další práce mohou být zahájeny až po souhlasu odpovědného pracovníka, který provedl potřebná bezpečnostní opatření.
- **Pracovníci poučení (§ 4 vyhlášky 50/1978 Sb.)** – mohou samostatně obsluhovat el. zařízení všech napětí, jsou-li pověřeni provozovatelem. Mohou pracovat na částech el. zařízení **nn** bez napětí podle pokynů. Dále mohou pracovat v blízkosti nekrytých živých částí nn pod napětím ve vzdálenosti větší než 20cm pod dohledem. Dále mohou provádět kontroly elektrického ručního nářadí a spotřebičů.
- **Pracovníci znalí (§ 5 vyhlášky 50/1978 Sb.)** – mohou samostatně obsluhovat el. zařízení a na zařízení **mn** a **nn** sami pracovat. Na pracovištích v prostorách s působením vnějších vlivů (venkovních, vlhkých, mokrých, horkých a v prostorách se zvýšenou a extrémní agresivitou) a v prostorách těsných, nevyhovujících platným předpisům, se dovoluje práce na živých částech pod napětím jen pod dozorem pracovníka znalého s vyšší kvalifikací.
- **Pracovníci znalí s vyšší kvalifikací (§ 6 - 8 vyhlášky 50/1978 Sb.)** – mohou samostatně obsluhovat el. zařízení a na zařízení **mn** a **nn** samostatně pracovat nebo za předpokladů daných právním předpisem práci řídit.

2. Členění prací na elektrickém zařízení

Prací na el. zařízení nebo v jeho blízkosti se rozumí činnosti, jako je např. měření přenosnými přístroji, zkoušení, revize, výměna komponentů, rekonstrukce, montáž zařízení a jeho údržba, všechny úkony pro zajištění a odjištění pracoviště a další.

Existují tři základní metody založené na používání ochranných opatření proti úrazu elektrickým proudem, anebo účinkům zkratu a el. oblouku.

1) Práce na elektrickém zařízení bez napětí:

a) Zajištění pracoviště

El. zařízení, na kterém se má pracovat, musí být po celou dobu práce bez napětí a bezpečné. To vyžaduje zajištění pracoviště postupným splněním 5ti základních požadavků:

- **úplné odpojení** části zařízení, na kterém se pracuje, od všech zdrojů možného napájení. Odpojení musí být provedeno vzdušnou vzdáleností nebo izolací, která zajistí el. oddělení v místě odpojení.
- **zabezpečení proti opětovnému zapnutí** nepovolanou osobou. Docílí se tím, že vypnutý stav musí být řádně zajištěn proti opětovnému zapnutí uzamčením spínacích přístrojů ve vypnuté poloze apod. Musí být provedena odpovídající opatření pro zabránění opětovného zapnutí.
- **ověření beznapěťového stavu:** Spolehlivým a bezpečným způsobem musí být ověřeno, že část zařízení, na kterém se má pracovat, je na všech pólech, fázích a přívodech bez napětí.
- **uzemnění a zkratování** musí být provedeno u všech částí el. zařízení nad 1000V a u některých el. zařízení do 1000 V, na kterých bude prováděna práce. Uzemňovací a zkratovací zařízení musejí být nejprve spojena s uzemňovací soustavou a pak se všemi vodiči vypnutého zařízení, a to ze všech stran napájení. Zkratování a uzemnění musí být provedeno alespoň na dohled z pracoviště. Zajištěním zařízení do 1000V se v tomto případě rozumí pouze venkovní vedení. Uzemňovací a zkratovací zařízení musejí být dimenzovány tak, aby odolaly zkratovému proudu v místě instalace.
- **provedení ochranných opatření proti živým částem, které se nacházejí v blízkosti,** se musí realizovat před zahájením práce tak, aby pracující osoby nemohly omylem vstoupit do prostoru s živými částmi, nebo se k těmto částem přiblížit.

b) Povolení k zahájení práce

Povolení k zahájení práce musí dát na základě pověření osobou odpovědnou za el. zařízení vedoucí práce, a to všem osobám zúčastněným na práci. Po zajištění pracoviště zkontroluje osoba určená k zajištění pracoviště spolu s vedoucím práce úplnost provedení

bezpečnostních opatření na pracovišti a teprve potom povolí pracovní skupině vstup na pracoviště.

c) Opětovné uvedení zařízení do provozu

Potřebné zkoušky zařízení, na němž se pracovalo, se musí provádět na ještě zajištěném zařízení. Po ukončení práce a zkoušek musí pracovní skupina uvést elektrické zařízení do provozu. Po kontrole pracoviště vedoucím práce a odchodu všech členů pracovní skupiny je možné odstranit zajištění pracoviště, a to v opačném pořadí než při samotném zajištění. Po odstranění zkratovacího zařízení se el. zařízení považuje za zařízení pod napětím.

2) Práce v blízkosti živých částí:

Touto prací se rozumí práce, při níž zařízení není odpojeno od napětí, avšak při které se pracovník a ani předměty nedotýká živých částí pod napětím, ale může se tělem, oděvem či vodivými předměty přiblížit k nekrytým živým částem pod napětím až na vzdálenost určenou vnější hranicí ochranného prostoru, která je závislá na velikosti jmenovitého napětí elektrického zařízení.

Pracovní činnosti v blízkosti živých částí se jmenovitým napětím nad 50V, AC soustavy nebo 120V, DC soustavy mohou být vykonávány pouze tehdy, jsou-li zajištěna taková opatření, že nemůže dojít k dotyku živých částí nebo nemůže být zasaženo do ochranného prostoru, viz Obr. 16. Při pracích na zařízeních v blízkosti živých částí je nutno dodržet minimální vzdušné vzdálenosti D_L od kterékoliv části těla, nebo s ním spojeného vodivého předmětu. Doporučuje se dodržovat vzdušné vzdálenosti D_{LN} . Hodnoty těchto vzdáleností jsou uvedeny v Tab. 3. Pro odstranění možnosti vzniku nebezpečí v blízkosti živých částí musí být ochrana zajištěna buď kryty, přepážkami, zábranami, nebo izolačním zakrytím, viz Obr. 16.

Tab. 3: Doporučené vzdálenosti D_L , D_{LN} a D_V v závislosti na napětí el. zařízení [6]

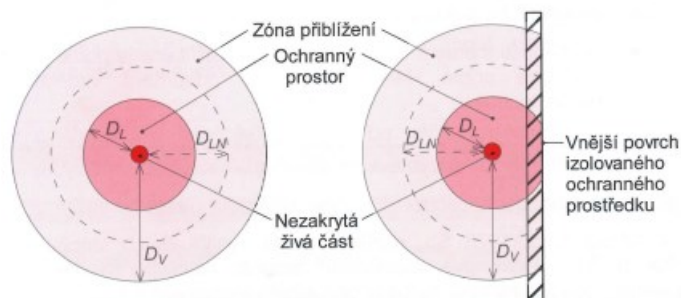
Napětí [kV]		Vnější hranice ochranného prostoru podle D_L [cm]	Doporučená vnější hranice ochranného prostoru D_{LN} [cm]		Vnější hranice zóny přiblížení D_V [cm]
Jmenovité	Nejvyšší		Vnitřní	Vnější	
10	12	12	45	50	115
22	25	26	75	80	126
35	38,5	37	85	90	137
110	123	100	140	150	200
220	245	160	230	250	300
400	420	260	350	360	400

Poznámka:

Ochranný prostor – prostor obklopující živé části. Vnější hranice je měřena od živé části – vzdálenost D_L je vnější hranicí tohoto prostoru.

Zóna přiblížení – je oblast obklopující ochranný prostor. Vnější hranice tohoto prostoru je měřena od nejbližší živé části. Vzdálenost D_V je vnější hranice zóny přiblížení.

Bezpečná vzdálenost – je vzdálenost za hranicí zóny přiblížení – vzdálenost vyšší než je hodnota D_V .



Obr. 16: Vzdušné vzdálenosti a zóny pro pracovní postupy bez a s ohraničením ochranného prostoru použitím ochranného izolovaného prostředku [6]

3) Práce pod napětím:

Práce pod napětím (**PPN**) jsou členěny na běžné práce **PPN** a vybrané práce **PPN**. Vybrané práce pod napětím jsou práce prováděné stanovenými pracovními postupy a metodami a mohou být vykonávány jen osobami k těmto pracím vyškolenými.

Za běžné **PPN** se považují: měření přenosnými přístroji, zkoušení včetně ověření napětíového stavu, zajištění a odjištění pracoviště, výměna výkonových pojistek nad 1000V, práce na nekrytých živých částech zařízení do 1000V apod.

Vybrané práce pod napětím jsou:

- **práce na vzdálenost** – práce na el. zařízení, při níž je osoba mimo ochranný prostor a do tohoto prostoru vniká a dotýká se živých částí pracovními pomůckami s použitím ochranných prostředků
- **práce v dotyku** – práce na el. zařízení, při níž pracující osoba vniká do ochranného prostoru a dotýká se živých částí příslušnými pracovními pomůckami za současného použití ochranných prostředků
- **práce na potenciálu** – práce na el. zařízení, při níž je osoba vodivě spojena s živými částmi jedné fáze, na které pracuje a za jejíž součást je považována
- kombinace předešlých metod

Vybrané práce pod napětím se mohou provádět za následujících podmínek:

- na vybrané **PPN** se vydává písemný příkaz „**B - PPN**“.
- při **PPN** musí být zajištěno stabilní postavení, které pracující osobě umožňuje mít obě ruce volné.
- **PPN** se smí provádět buď příslušnými ochrannými prostředky a pracovními izolovanými pomůckami pro napětí, na němž se pracuje, nebo ze stanoviště izolovaného proti zemi pro dané napětí.
- při **PPN** musí pracující dodržovat minimální vzdálenost kterékoliv části těla nebo s tělem spojených vodivých předmětů od uzemněných částí na vzdušnou vzdálenost **D_L**, viz Tab. 3.
- Při práci na potenciálu dbá osoba o trvalé spojení se živou částí. Pracovat se smí jen na jedné fázi el. zařízení a nesmí se přiblížit k částem s jiným potenciálem kteroukoliv částí těla, nebo vodivými předměty se kterými pracuje na vzdálenost menší než **D_L**.
- Práce pod napětím jsou zakázány v nevyhovujících prostorách, při nevhodných atmosférických podmínkách a dále všude tam, kde nelze dodržet ustanovení příslušných bezpečnostních předpisů.

3. Opatření k zajištění bezpečnosti při práci na elektrických zařízeních nebo v jejich blízkosti – příkaz „B“

Norma **ČSN EN 50110-01 ed.2** stanovuje v jednotlivých kapitolách řadu opatření, která je nutno provést, aby při pracích na el. zařízení a v jeho blízkosti byla zajištěna bezpečnost. Jako prvořadé opatření pro zajištění bezpečnosti je stanovení pracovního postupu (písemné přípravy práce), který je nutno v průběhu práce dodržovat. Jinou formou tohoto opatření je možnost vydání **příkazu „B“** (popř. vydání **příkazu „B-PPN“** pro práce pod napětím) jako písemného dokladu o nařízených technických a organizačních opatřeních, sloužících k zajištění bezpečnosti osob při práci na el. zařízení nebo v jeho blízkosti.

Pracovní postupy:

Pracovní postup lze definovat jako sled pracovních činností potřebných k provedení požadované práce při dodržení požadavků na ochranu před úrazem elektrickým proudem a ostatními účinky elektřiny s využitím osobních ochranných prostředků a pracovních pomůcek.

V případech, kdy se jedná o činnosti často opakované, stačí jednou zpracovaný a ověřený pracovní postup. Pro pracovní činnosti mimořádné a složité je nutno pracovní postup připravit samostatně, vystavit jej písemně a musí být k dispozici na pracovišti. Rozsah a vyhotovení písemné informace na provedení složité pracovní činnosti nebo na zajištění pracoviště stanovuje osoba odpovědná za elektrické zařízení nebo jí pověřená osoba.

Dle ČSN EN 50110-1 ed.2, poznámky k čl. 6.2.6, musí být pro práci na zařízení vn, vvn a zvn proveden přesný popis jeho odpojení, uzemnění a zkratování – jinak písemná příprava pro zajištění pracoviště. Jedná se tudíž o obdobu příkazu „B“ nebo „B-PPN“ dle dříve platné ČSN 34 3100, jehož současné využívání jako podkladu pro písemnou přípravu k zajištění bezpečné práce v souladu s dlouhodobou národní praxí umožňuje **TNI 34 3100**, což je technická normalizační informace (jejím úkolem je usnadnit orientaci v „evropském“ pojetí zajištění bezpečnosti práce na el. zařízeních) nebo **PNE 33 0000-6 ed.2**.

Příkaz „B“ a podmínky jeho používání:

Za písemnou přípravu při složité pracovní činnosti pro práce na el. zařízení bez napětí, v blízkosti živých částí nebo pod napětím lze považovat příkaz „B“, resp. „B-PPN“. Příkaz „B“ nenahrazuje pracovní postup, který má být stanoven osobou odpovědnou za el. zařízení nebo vedoucím práce. Příkaz „B“ je písemný doklad o nařízených technických a organizačních opatřeních sloužící k zajištění bezpečnosti osob při práci na el. zařízení nebo v jeho blízkosti. Podmínky a požadavky pro příkaz „B“ jsou dále popsány v níže uvedených bodech:

1) Příkaz „B“ se vydává v těchto případech:

- a) na zajištění a odjištění pracoviště pro práce bez napětí na zařízeních **nad 1000V AC a 1500V DC**.
- b) pro práce na zařízeních **nad 1000V AC a 1500V DC** na částech pod napětím nebo v blízkosti živých částí pod napětím, tj. v zóně přiblížení.
- c) pro práce na zařízeních **do 1000 V AC a 1500V DC** v případě, že je nebezpečí indukce od zařízení **nad 1000V AC** (křižovatky vedení, souběhy atp.).
- d) pro práce na zařízeních **do 1000V AC a 1500V DC**, jsou-li ve společných prostorách se zařízeními **nad 1000V AC a 1500V DC** a hrozí nebezpečí od těchto zařízení.
- e) pro práce na vypnutých a jinak nezajištěných zařízeních.

2) Pověření k vydání příkazu „B“:

Příkaz „B“ vydává a podepisuje osoba pověřená osobou odpovědnou za elektrické zařízení.

3) Osoby, na které může být příkaz „B“ vystaven:

- a) vedoucího práce nebo osobu provádějící zajištění nebo odjištění pracoviště.
- b) vedoucího práce pro činnost na zajištěném pracovišti.
- c) osobu provádějící dozor při pracích na el. zařízeních nebo v blízkosti živých částí pod napětím.

Jestli-že osoba, která je oprávněná vydávat příkaz „B“, musela pracovat na el. zařízeních sama, je povinna si příkaz „vypsat sama“ na sebe před zahájením práce. Vydává se jen na jedno pracoviště a jednu pracovní skupinu.

4) Příkaz „B“ má obsahovat tyto údaje:

- a) číslo příkazu
- b) jméno a podpis osoby, které je určen
- c) jméno, druh, dobu práce a počet osob pracovní skupiny
- d) jméno a podpis osoby příkaz vydávající
- e) jména a podpisy osob, které provedou zajištění pracoviště
- f) zajištění pracoviště
- g) označení nejbližšího místa, kde se nacházejí živé části
- h) potvrzení všech členů pracovní skupiny vlastnoručními podpisy o provedení poučení
- i) údaje o případném přerušení a znovuzahájení práce a údaje o ukončení prací
- j) další potřebné údaje pro zajištění bezpečné práce na el. zařízení

5) Doba platnosti příkazu „B“:

Platnost začíná podpisem vedoucího zajišťování, když si ho přebírá před započítáním zajišťování pracoviště, a končí jeho písemným uzavřením. Doba je stanovena na 24 hodin, avšak může být prodloužena o 14 po sobě jdoucích kalendářních dní, pokud jsou splněny následující podmínky:

- a) jedná se o práce dlouhodobého charakteru
- b) zařízení je trvale vypnuto, odpojeno a zajištěno
- c) vedoucí práce a způsob zajištění se po celou dobu trvání prací nemění

6) Uzavření příkazu „B“:

Uzavření příkazu „B“ provede vedoucí práce až po ukončení práce a kontrole pracoviště. Zařízení v provozuschopném stavu předá osobě, která zajišťovala pracoviště nebo je pověřena odjištěním pracoviště a která zajistí uvedení el. zařízení pod napětí.

3.4 Doporučení pro údržbu a projektanty

Kapitola č. 3.3 *Bezpečnostní předpisy pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních* slouží a byla zpracována jako doporučení pro údržbu a projektanty v rámci provádění obsluhy a práci na elektrických zařízeních.

4 ANALÝZA VNĚJŠÍCH VLIVŮ PŮSOBÍCÍCH NA ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ

Analýzou vnějších vlivů se pro účely zpracování diplomové práce rozumí stanovení přehledu a uvedení do problematiky v rámci určování vnějších vlivů působících na elektrická zařízení. Tato analýza se vztahuje na elektrické stanice zvn, vn a nn včetně vstupních částí odběratelských zařízení pro vnitřní a venkovní prostředí, transformovny vn / nn kioskové zděné nebo věžové a vestavěné budovy, transformovny vn / nn kioskové blokové, transformovny vn / nn stožárové a sloupové venkovního provedení, venkovní a kabelová vedení zvn, vvn, vn a nn včetně přípojek. Analýza vnějších vlivů se nevztahuje na elektrická zařízení, která nejsou určena k rozvodu elektrické energie (sklady, kancelářské budovy apod.).

Elektrická zařízení musí být volena a zřizována v souladu s požadavky na zajištění ochrany z hlediska bezpečnosti, s požadavky na řádnou funkci pro určené užití v instalaci a s požadavky na přiměřenou odolnost proti předpokládaným vnějším vlivům.

Základní normy pro určení charakteristik vnějších vlivů jsou především ČSN 33 2000-1 ed.2, ČSN 33 2000-5-51 ed.3, ČSN 33 2000-4-41 ed.2 změna Z1 a PNE 33 0000-2, 4. vydání.

Norma PNE 33 2000-2, 4. vydání navazuje na základní ustanovení normy ČSN 33 2000-1 ed. 2 a ČSN 33 2000-5-51 ed.3 (které nahradily ČSN 33 0300:1988 a ČSN 33 2310:1987), týkající se terminologie podle IEC, požadavků na kódování a označování vnějších vlivů, určování prostorů podle působení vnějších vlivů, provozních podmínek a vnějších vlivů na elektrická zařízení v budovách. Norma zohledňuje nové poznatky vyplývající z aplikace nové IEC 60364-5-51 a HD 60364-5-51 pro rozvodná zařízení přenosu a distribuce elektřiny. Navíc zohledňuje prostředí s kumulovanými vnějšími vlivy (nejsou řešena ČSN 33 2000-5-51 ed.3) a specifické klimatické podmínky pro rozvodná zařízení distribuční a přenosové soustavy v prostředí venkovním, pod přístřeškem a podrobněji rozvádí klimatické vlivy v prostorách vnitřních (např. s ovládáním nebo bez ovládání teploty, vlhkost a také v klimatizovaných prostorech) podle řady základních klimatických norem ČSN EN 60721. Norma navazuje na PNE 33 0000-1, 5. vydání a ČSN 33 2000-1 ed. 2, ČSN 33 2000-5-51 ed.3 s ohledem na vnější vlivy, jimž mohou být zařízení vystavena.

4.1 Uvedení do problematiky vnějších vlivů

Správné určení vnějších vlivů a zařazení prostoru z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem je základní a důležitý úkon pro výběr elektrického zařízení z hlediska stupně ochrany krytem a pro přijetí případných opatření pro zajištění bezpečného provozu.

Pojem vnější vliv představuje soubor všech faktorů ovlivňujících provedení a výběr zařízení. Patří sem také, kdo do daného prostoru vstupuje, jaké činnosti jsou v daném prostoru vykonávány,

jaké materiály jsou zde ukládány atd. Provedení zařízení výrazně ovlivňuje i z jakého materiálu je daný objekt, jak je daný objekt fixován na terén apod. Vnější vlivy musejí být určeny plně a jednoznačně, včetně zařazení prostoru z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Vymezení vnějších vlivů, které působí na dané zařízení, je stanoveno v protokolu o určení vnějších vlivů. Protokol o určení vnějších vlivů vypracovává pověřená komise s předsedou a členy komise a je nedílnou součástí projektové dokumentace. U projektovaných zařízení bývá předsedou komise projektant elektrických zařízení, u zařízení, která jsou již v provozu a nejsou u nich k dispozici uvedené protokoly, bývá předsedou komise osoba s odbornou kvalifikací pověřená provozovatelem. Členy komise musí být osoby odborně znalé, které této problematice rozumí a jsou dostatečně seznámeny s prostory a elektrickým zařízením, ke kterým se toto určení vnějších vlivů vztahuje.

Návrh protokolu o určení vnějších vlivů je uveden v **příloze A**. Jako podklad pro vypracování protokolu sloužila projektová dokumentace stavby kioskové transformovny **22kV/0,4kV**. Projektovou dokumentaci rovněž vypracoval autor diplomové práce.

4.2 Přehled posuzovaných prostorů

4.2.1 Určení prostorů z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem

Pro potřeby posouzení nebezpečí úrazu elektrickým proudem se prostory člení na základě určení vnějších vlivů:

1. Prostory normální:

Jedná se o prostory, ve kterých je používání elektrických zařízení bezpečné, protože působením vnějších vlivů nedochází ke zvýšení nebezpečí elektrického úrazu v případě, že tato zařízení a jejich používání odpovídají ustanovením příslušných předpisů a norem.

2. Prostory nebezpečné:

Jsou to prostory, kde působením vnějších vlivů hrozí přechodné nebo stálé nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

3. Prostory zvlášť nebezpečné:

U těchto prostorů působením vnějších vlivů trvale existuje nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Prostory se z hlediska úrazu elektrickým proudem posuzují podle nejnebezpečnějšího vlivu s tím, že je nutné vzít v úvahu vzájemné působení vyskytujících se vnějších vlivů, které by mohly zvýšit nebezpečí úrazu. U rozvodných zařízení distribuční a přenosové soustavy se zvlášť nebezpečné prostory vyskytují výjimečně. Níže uvedené členění v podkapitole **4.2.2** poukazuje na prostory, ve kterých jsou umístěna elektrická zařízení přenosové a distribuční soustavy.

4.2.2 Členění prostorů dle umístění přenosové a distribuční soustavy

Rozlišení těchto prostor z pohledu rozdílů teplot, vlhkosti a změn teplot a zařazení do typu prostoru I. - VI. vychází z podnikové normy **PNE 33 0000-2, 4. vydání – tabulka 2.**

Prostory, ve kterých jsou umístěna elektrická zařízení přenosové a distribuční soustavy, jsou členěny na typy:

- **I** - **vnitřní prostory** - plně klimatizovaná místa.
- **II** - **vnitřní prostory s trvalou regulací teploty** (k zabránění vzniku extrémně suchých podmínek lze použít zvlhčování a k zabránění extrémně vlhkých podmínek lze použít vysoušení).
- **III** - **vnitřní prostory s regulovanou teplotou** (topení nebo chlazení lze na určitou dobu vypnout - předchází se tak vzniku extrémně nízkých nebo vysokých teplot. K zabránění extrémně suchých podmínek lze použít zvlhčování).
- **IV** - **vnitřní prostory bez regulace teploty** (konstrukce budovy poskytuje ochranu proti denním výkyvům teploty a vlhkosti v závislosti na venkovní atmosféře).
- **V** - **prostory pod přístřeškem** (konstrukce přístřešku poskytuje jen minimální ochranu proti denním výkyvům teploty a vlhkosti v závislosti na venkovní atmosféře).
- **VI** - **venkovní prostory** (místa přímo vystavená venkovnímu klimatu).

V podnikové normě **PNE 33 0000-2, 4. vydání** je v tabulce č. 3 stanovení vnějšího vlivu „AB“ a v tabulce č. 4 základní přiřazení vnějšího vlivu „AD“ pro takto rozčleněné prostory.

4.3 Celkový přehled vnějších vlivů

Vnější vlivy jsou členěny na kategorie:

A = vnější činitel prostředí

vlastnost okolí (prostoru nebo jeho části) vytvořená samotným okolím nebo zařízeními v tomto prostoru umístěnými.

B = využití

vlastnosti osob přicházejících do styku s rozvodným zařízením a vlastnosti látek v daném prostoru.

C = konstrukce budovy (nebo nosné konstrukce)

vlastnost materiálů, provedení a umístění v terénu.

Tyto kategorie jsou dále členěny **povahou vnějšího vlivu** (druhé písmeno) a **třídou vnějšího vlivu** (číselné označení).

Podniková norma **PNE 33 2000-2, 4. vydání** dále člení vnější vlivy na „**standardní**“ a „**variabilní**“.

- **Standardní** – jsou vlivy předpokládané v určitém prostoru vyskytující se jen v jedné třídě vlivu.

Standardní vnější vlivy přiřazené k jednotlivým prostorům dle číselného kódu jsou uvedeny v tabulce č. 6, **PNE 33 0000-2, 4 vydání**.

- **Variabilní** – jsou vlivy, které se v určitém prostoru mohou vyskytovat v různých třídách vlivu.

Variabilní vnější vlivy přiřazené k jednotlivým prostorům dle číselného kódu jsou uvedeny v tabulce č. 7, **PNE 33 0000-2, 4 vydání**.

4.3.1 Vnější činitel prostředí – A

Dle podnikové normy **PNE 33 2000-2, 4. vydání** je prostředí posuzováno na základě vlastností okolí vytvořené jím samotným nebo předměty, zařízením apod., které jsou v daném prostředí umístěné.

Posuzují se tyto vnější vlivy:

- teplota okolí
- atmosférické podmínky v okolí
- nadmořská výška
- výskyt vody
- výskyt pevných cizích těles
- výskyt korozivních nebo znečišťujících látek
- mechanické namáhání
- vibrace
- výskyt rostlinstva nebo plísní
- výskyt živočichů
- elektromagnetické, elektrostatické nebo ionizující záření
- sluneční záření
- seismické účinky
- bouřková činnost
- pohyb vzduchu
- vítr
- sněhová pokrývka
- námraza

a) Teplota okolí – AA

Vedení musí být zvolena a zřízena tak, aby odpovídala všem teplotám mezi nejvyšší a nejnižší teplotou okolí v místě instalace a aby bylo zajištěno, že nebude překročena mezní teplota při normálním provozu a mezní teplota v případě poruchy. Mezní teplota je chápána jako maximální trvalá provozní teplota.

AA1	-60°C	+5°C	AA5	+5°C	+40°C
AA2	-40°C	+5°C	AA6	+5°C	+60°C
AA3	-25°C	+5°C	AA7	-25°C	+55°C
AA4	-5°C	+40°C	AA8	-50°C	+40°C

b) Atmosférické podmínky v okolí – AB (současné působení vlivů teploty a vlhkosti)

Pro potřeby posuzování působení tohoto vlivu na rozvodná zařízení je stanoveno:

1. Definování extrémních hodnot teploty a vlhkosti vzduchu ve venkovním prostoru pro území ČR. Výchozím podkladem jsou podmínky vyskytující se v přírodě stanovené ČSN IEC 721-2-1 pro střední skupinu staticky definovaných typů venkovního klimatu (CT – chladný, WT – mírný, WDr – teplý suchý a MDr – horký suchý). Extrémní hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu venkovního klimatu jsou uvedeny v tabulce č. 1 PNE 33 0000-2, 4. vydání.
2. Stanovení teploty a vlhkosti okolí pro jednotlivé prostory výskytu rozvodných zařízení je odvozeno z ČSN EN 60721-3-3 a z ČSN EN 60721-3-4. Hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu pro jednotlivé prostory jsou uvedeny v tabulce č. 2 PNE 33 0000-2, 4. vydání.
3. Stanovení vnějšího vlivu AB podle ČSN 33 2000-5-51 ed.3 pro uvedené prostory rozvodných zařízení je odvozeno tak, aby příslušné parametry uvedené v tabulce č. 2 PNE 33 0000-2, 4. vydání byly zcela pokryty příslušnou třídou AB. Provedení rozvodných zařízení v prostorech třídy AB musí splňovat podmínky ČSN 33 2000-5-51 ed.3.

c) Nadmořská výška – AC

Pro rozvodná zařízení na území ČR je jednoznačně stanovena třída AC1 (do nadmořské výšky 2000m). Dle ČSN EN 60721-3-3 a ČSN EN 60721-3-4 je členění v rozmezí tlaku vzduchu od 70 kPa do 106 kPa.

AC1	≤ 2000m	AC2	> 2000m
-----	---------	-----	---------

d) Výskyt vody – AD

Vedení musí být volena a zřízena tak, aby nedošlo k žádnému poškození kondenzací vzdušné vlhkosti nebo vniknutím vody. Navržené zařízení musí vyhovovat stupni ochrany IP odpovídajícímu jeho danému umístění.

AD1 – výskyt vody zanedbatelný
AD2 – volně padající kapky
AD3 – vodní tříšť (dešťové přeháňky)
AD4 – stříkající voda

AD5 – tryskající voda
AD6 – vlny
AD7 – mělké ponoření
AD8 – hluboké ponoření

e) Výskyt pevných cizích těles - AE

Základní kategorie přiřazení tříd AE1 – AE6 jsou uvedeny v tabulce č. 5 PNE 33 2000-2, 4. vydání. Ve vnitřních prostorech (prostory I – IV dle čl. 3.1.2 PNE 33 2000-2, 4. vydání) se pro rozvodná zařízení předpokládá třída vlivu AE1. U tříd AE4 – AE6 se bere v úvahu výskyt nehořlavého prachu.

AE1 – zanedbatelná
AE2 – malé předměty
AE3 – velmi malé předměty

AE4 – lehká prašnost
AE5 – mírná prašnost
AE6 – silná prašnost

f) Výskyt korozivních nebo znečišťujících látek - AF

AF1 - zanedbatelný (množství a povaha korozivních nebo znečišťujících látek nejsou významné). Dále se určuje v: zemědělské a rekreační oblasti bez průmyslu, malá hustota dopravy.

AF2 - atmosférický (přítomnost korozivních znečišťujících látek atmosférického původu je významná). Dále se určuje v: středně velká města, okraje průmyslových oblastí, střední hustota dopravy.

AF3 - občasný nebo příležitostný (občasné nebo příležitostné vystavení korozivním nebo znečišťujícím chemickým látkám při výrobě a užití těchto látek). Dále se určuje v: velká města, průmyslová centra, vysoká hustota dopravy.

AF4 - trvalý (trvalé vystavení velkému množství korozivních nebo znečišťujících chemických látek). Dále se určuje v: bezprostřední okolí zdrojů znečištění.

g) Mechanické namáhání - AG

AG1 - mírné (běžná provozní zařízení)
AG2 - střední (rozvodny zvn a vvn ovládané tlakovzduchem)
AG3 - silné (nepředpokládá se u elektrických zařízení distribuční a přenosové soustavy)

h) Vibrace - AH

AH1 - mírné (běžná provozní zařízení)

AH2 - střední (prostory kompresorových stanic, stanoviště transformátorů, prostory výroben, kabelová vedení v mostních konstrukcích, kabelová vedení v poddolovaných oblastech apod.)

AH3 - silné (nepředpokládá se u elektrických zařízení distribuční a přenosové soustavy)

i) Výskyt rostlinstva nebo plísní - AK

Provedení rozvodných zařízení podle příslušných předměťových norem v provedení vnitřním i venkovním má odpovídat třídě AK1.

AK1 - bez nebezpečí

AK2 - nebezpečné (nebezpečí závisí na místních podmínkách, agresivitě rostlin a plísní)

j) Výskyt živočichů - AL

Provedení rozvodných zařízení ve vnitřních prostorech má odpovídat třídě AL1.

AL1 - bez nebezpečí

AL2 - nebezpečné (nebezpečí závisí na druhu hmyzu a živočichů vzhledem k rozvodnému zařízení)

k) Elektromagnetická, elektrostatická nebo ionizující působení - AM

AM – 1 (1-3) Harmonické, mezipharmonické

AM – 2 (1-3) Signální napětí

AM – 3 (1-2) Změny amplitudy napětí

AM – 4 Neustálené napětí

AM – 5 Změny kmitočtu

AM – 6 Indukované napětí nízkého kmitočtu

AM – 7 Stejnoseměrný proud v obvodech střídavého proudu

AM – 8 (1-2) Vyzařovaná magnetická pole

AM – 9 (1-4) Elektrická pole

AM – 24 (1-2) Oscilační přechodové jevy šířené vedením

AM – 25 (1-3) Jevy vyzařované s vysokým kmitočtem

AM – 31 (1-4) Elektrostatické výboje

AM – 41 Ionizace

Jednotlivé úrovně vnějšího vlivu AM jsou přesně definovány v příloze A normy ČSN 33 2000-5-51 ed.3. V normě ČSN 33 2000-5-51 ed.3 jsou třídy AM – 8 – 1 a AM – 9 – 1 přiřazeny do prostorů normálních. Opatření k omezení škodlivých účinků je uvedeno v ČSN 33 2000-5-51 ed.3, ve které je tento vnější vliv rozveden do patnácti položek.

Vnější vliv AM se považuje za variabilní v prostorách II – VI. Pro prostor I se požaduje provedení ve třídě vlivu AM – 1 – 1 a AM – 2 – 2. V elektrických stanicích zvn a vvn se předpokládá působení vlivu AM – 8 (magnetická pole) a AM – 9 (elektrická pole). U venkovních vedení vvn a zvn se předpokládá vliv AM – 8, AM – 9 a AM – 31.

l) Sluneční záření - AN

AN1 - zanedbatelné

AN2 - střední

AN3 - silné

V níže uvedené tabulce jsou pro jednotlivé prostory uvedené v podkapitole 4.2.2 přípustné následující třídy vlivu AN:

Tab. 4: Třídy vnějšího vlivu AN

Prostor (viz čl. 4.2.2)	I	II	III	IV	V	VI
Intenzita slunečního záření [W/m^2]	500	700	700	700	1120	1120
Třída	AN1	AN2	AN2	AN2	AN3	AN3

m) Seismické účinky - AP

Vzhledem ke geografické poloze ČR se doporučuje volit třídu AP1, což odpovídá klasifikaci zemětřesení podle Richterovy stupnice 3. Pro elektrické stanice zvn se doporučuje vyhodnotit údaje meteorologického ústavu ČR s ohledem na příslušné podloží stavby.

AP1 - zanedbatelné

AP3 - střední

AP2 - nízké

AP4 - silné

n) Bouřková činnost - AQ

Vyhodnocení četnosti bouřkových dní v dané lokalitě se má provádět podle keraunické mapy zpracované hydrometeorologickým ústavem. Pro venkovní rozvodná zařízení se doporučuje volit třídu AQ3.

AQ1 - zanedbatelné

AQ2 - nepřímé ohrožení

AQ3- přímé ohrožení

o) Pohyb vzduchu - AR

Vyhodnocení tohoto vlivu se provádí jen pro vnitřní prostory a jejich provedení se požaduje ve třídě AR1, tj. pomalý pohyb vzduchu do 1 m/s.

AR1 - pomalý

AR2 - střední

AR3 - silný

p) Vítr - AS

Vyhodnocení tohoto vlivu se provádí jen pro prostory pod přístřeškem a prostory venkovní. Přesné stanovení vlivu AS je uvedeno v podkladech EGÚ BRNO, a.s., Hudcova 487/76a, 612 48 Brno – Medlánky.

AS1- malý

AS2 - střední

AS3 - velký

q) Sněhová pokrývka - AT

Jedná se o nově zavedený vliv pro potřeby distribuční a přenosové soustavy. Výška vrstvy sněhu je důležitá u všech venkovních zařízení při ochraně polohou a pro minimální vzdálenosti živé části-zem. Vliv AT je podstatný zejména pro horské oblasti ČR z hlediska umístění rozvodných zařízení (např. kabelových skříní apod.) v rozsahu:

AT1 - zanedbatelný vliv (výskyt sněhové pokrývky z hlediska četnosti trvání a množství není významný)

AT2 - mírný vliv (výskyt sněhové pokrývky do výše 40 cm)

AT3 - významný vliv (výskyt sněhové pokrývky nad 40 cm)

r) Námraza - AU

Jedná se o nově zavedený vliv pro potřeby distribuční a přenosové soustavy.

AU1 - lehká námrazová oblast

AU2 - střední námrazová oblast

AU3 - těžká námrazová oblast

AU4 - kritická námrazová oblast

Pro oblasti bez námrazy se použijí hodnoty AU 1. Přesné definice tříd AU1 až AU4 jsou odvozeny od parametrů námrazových oblastí pro elektrické stanice podle ČSN 33 3220, pro venkovní vedení do 52 kV podle PNE 33 3301 a pro venkovní vedení vvn a zvn podle ČSN EN 50341-1 (33 3300).

Přesné stanovení námrazy je uvedeno v námrazových mapách EGÚ BRNO, a.s., Hudcova 487/76a, 612 48 Brno - Medlánky.

4.3.2 Vnější činitel využití – B

Vnější činitel využití je definován vlastnostmi osob přicházejících do styku s rozvodným zařízením a vlastnostmi látek v daném prostoru.

Posuzují se tyto vnější vlivy:

- schopnost osob
- odpor lidského těla
- dotyk se zemí
- možnost úniku
- látky v objektu

a) Schopnost osob – BA

BA1 – přístup laiků (pro rozvodná zařízení umístěná na veřejně přístupných místech)

BA4 – osoby poučené (např. pro přístup k odečtům měřících zařízení)

BA5 – osoby znalé (pro všechna ostatní rozvodná zařízení)

b) Elektrický odpor lidského těla – BB

BB1 – vysoký odpor (suché podmínky)

BB2 – normální odpor (obvyklé standardní podmínky)

BB3 – nízký odpor (vlhké podmínky)

V níže uvedené tabulce jsou pro jednotlivé prostory uvedené v článku 4.2.2 přípustné následující třídy vlivu BB:

Tab. 5: Třídy vlivu BB

Prostor (viz čl. 4.2.2)	I	II	III	IV	V	VI
Třída	BB1	BB1	BB2	BB2	BB2	BB2

c) Dotyk osob s potenciálem země – BC

BC1 - žádný

BC2 - výjimečný dotyk (osoby se obvykle dotýkají cizích neživých částí a ani nestojí na vodivém podkladu). Pro rozvodné zařízení přístupné laikům (např. stožáry venkovních vedení, rozváděče distribučních transformoven apod.), kdy se nepředpokládá dotyk laiků s těmito neživými částmi rozvodného zařízení.

BC3 - častý dotyk (jedná se o standardně požadovanou třídu pro všechna ostatní rozvodná zařízení přístupná jen osobám znalým).

BC4 - trvalý

d) Podmínky úniku v případě nebezpečí – BD

Pro potřeby rozvodných zařízení distribuční a přenosové soustavy je zásadně požadovaná třída BD1 podle ČSN 33 2000-5-51 ed.3, tj. možnost snadného úniku v případě nebezpečí.

BD1 - málo lidí / snadný únik

BD2 - málo lidí / obtížný únik

BD3 - vysoký počet lidí / snadný únik

BD4 - vysoký počet lidí / obtížný únik

e) Dotyk osob s potenciálem země – BE

BE1 - bez významného nebezpečí ve všech prostorách rozvodného zařízení mimo prostorů stanovišť transformátorů, tlumivek, olejových vypínačů a mimo prostorů s tlakovým zařízením.

BE2N3 - nebezpečí požáru hořlavých kapalin v prostoru stanovišť transformátorů, tlumivek a olejových vypínačů.

BE3N2 - nebezpečí výbuchu hořlavých plynů a par (jsou to prostory např. se zařízením SF6, tlakovzdušným ovládáním apod.).

4.3.3 Vnější činitel konstrukce budovy – C

Tento vnější činitel je posuzován podle souhrnných vlastností budovy podle materiálů, jejího provedení a osazení v terénu.

Posuzují se tyto vnější vlivy:

- stavební materiály
- konstrukce budov

a) Stavební materiály – CA

Budovy pro rozvodná zařízení jsou zásadně požadovány v provedení podle třídy CA1 – nehořlavé stavební materiály.

CA1 - nehořlavé materiály

CA2 - hořlavé materiály

b) Konstrukce budovy – CB

Pro potřeby distribuční a přenosové soustavy je požadována konstrukce v provedení třídy CB1 – zanedbatelné nebezpečí.

CB1- zanedbatelné

CB3 - nebezpečí posunu

CB2 - nebezpečí šíření ohně

CB4 - poddajné nebo nestabilní

4.3.4 Doplnkové vnější vlivy

Pro venkovní zařízení přenosové a distribuční soustavy nad 1 kV se používá další doplňkové zařazení:

Stupeň znečištění prostředí dle ČSN 33 0405:

I. = malé

II. = střední

III. = silné

IV. = velmi silné

Dále je v normě uveden stupeň znečištění „N“ (námraza), který stanovuje oblast se zvýšenou možností tvorby námrazy (např.: okolí chladících věží, místa s rozstříkem vody apod.). Přesné stanovení stupně znečištění je uvedeno v materiálech EGU Praha HV Laboratory, a.s., Podnikatelská 261, 190 11 Praha 9.

4.4 Vyhodnocení analýzy vnějších vlivů

Rozvodná zařízení musejí být navrhována a zřizována v souladu s opatřeními k ochraně z hlediska bezpečnosti s požadavky na jejich řádnou a spolehlivou funkci s přiměřenou odolností proti předpokládaným vnějším vlivům. Vnější vlivy musejí být určeny plně a jednoznačně, včetně zařazení prostoru z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Vymezení vnějších vlivů, které působí na dané zařízení, je stanoveno v protokolu o určení vnějších vlivů.

V rámci provedené analýzy vnějších vlivů byl vytvořen protokol o určení vnějších vlivů, který je součástí **přílohy A** diplomové práce. Protokol obsahuje veškeré náležitosti stanovené normami **ČSN 33 2000-1 ed.2, ČSN 33 2000-5-51 ed.3, ČSN 33 2000-4-41 ed.2 změna Z1 a PNE 33 0000-2, 4. vydání**. Jako podklad pro vypracování protokolu byla textová a výkresová dokumentace stavby nové kioskové transformovny **22kV/0,4kV** pod názvem „**Oprava trafostanice v žst. Frenštát pod Radhoštěm**“. Výkresová dokumentace je uvedena v **příloze B a C**. Projektovou dokumentaci stavby vypracovala společnost **SB projekt s.r.o.** Projektovou dokumentaci stavby rovněž zpracoval autor diplomové práce. Vyhotovený protokol byl odsouhlasen a předán investorovi stavby jako nedílná součást projektové dokumentace stavby.

4.5 Doporučení pro projektanty

Pro přehlednost byly vytvořeny stručné tabulky vnějších vlivů vyplývajících z normy **ČSN 33 2000-5-51 ed.3**, které se vztahují na prostory z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Jedná se o prostory normální, nebezpečné a zvlášť nebezpečné. Tyto tabulky byly vytvořeny jako projektová pomůcka v rámci doporučení pro projektanty.

Tab. 6: Tabulka vnějších vlivů vytvářející prostory NORMÁLNÍ

Přehled vnějších vlivů vytvářející prostory normální		
AA	Teplota okolí	AA1, AA2, AA3 ^{1), 2)} , AA4 ¹⁾ , AA5, AA8
AB	Vlhkost	AB5
AC	Nadmořská výška	AC1 ¹⁾ , AC2
AD	Voda	AD1 ¹⁾
AE	Cizí tělesa	AE1 ¹⁾ , AE4 ³⁾ , AE5 ³⁾ , AE6 ³⁾
AF	Koroze	AF1 ¹⁾
AG	Ráz	AG1 ¹⁾
AH	Vibrace	AH1 ¹⁾
AK	Rostlinstvo	AK1 ¹⁾
AL	Živočišstvo	AL1 ¹⁾
AM	Záření	AM1 ¹⁾ , AM4 ¹⁾
AN	Sluneční záření	AN1 ¹⁾ , AN2, AN3 ⁵⁾
AP	Seismicita	AP1 ^{1), 5)}
AQ	Bouřková činnost	AQ1 ^{1), 5)}
AR	pohyb vzduchu	AR1 ¹⁾ , AR2, AR3
AS	Vítr	AS1 ¹⁾
BA	Schopnost lidí	BA1 ^{1), 7)}
BC	Dotyk se zemí	BC1, BC2
BE	Nebezpečí požáru, výbuchu, kontaminace	BE1 ¹⁾ , BE2 ⁴⁾ , BE2N1 ⁴⁾ , BE2N2 ^{3), 4)} , BE3, BE3N1 ^{3), 4)} , BE3N2 ⁴⁾ , BE3N3 ⁴⁾ , BE4
CA	Konstrukční materiály	CA1 ¹⁾ , CA2 ⁴⁾
CB	Provedení budovy	CB1 ¹⁾ , CB2 ⁴⁾
Vysvětlivky: <ol style="list-style-type: none"> 1) Třída vlivu, která je podle ČSN 33 2000-5-51 ed.3 definována jako normální. 2) Třída vlivu, která je podle ČSN 33 2000-5-51 ed.3 definována jako normální, avšak připouští v určitých případech nezbytná speciální opatření. 3) Prach, který je nevodivý. 4) Tyto vnější vlivy neovlivňují nebezpečí elektrického úrazu osob, je však nutno dbát, aby ochrana před dotykem nemohla být sama o sobě příčinou vznícení nebo výbuchu. 5) Ohrožení zdraví je způsobeno jinými vlivy, nikoliv možností elektrického úrazu. 6) Objekty, které je nutno chránit před bleskem, jsou definovány v příslušných předpisech. 7) V případě, že jsou pod dozorem nebo pod dohledem osob BA4 (poučených) nebo BA5 (znalých). 		

Tab. 7: Tabulka vnějších vlivů vytvářející prostory NEBEZPEČNÉ

Přehled vnějších vlivů vytvářející prostory nebezpečné		
AA	Teplota okolí	AA6, AA7
AB	Vlhkost	AB1, AB2, AB3, AB8
AE	Cizí tělesa	AE2 ¹⁾ , AE3 ¹⁾ , AE4 ¹⁾ , AE5 ^{1), 2)} , AE6 ^{1), 2)}
AF	Koroze	AF2, AF3
AG	Ráz	AG2 ¹⁾
AH	Vibrace	AH2 ¹⁾
AK	Rostlinstvo	AK2
AL	Živočišstvo	AL2
AM	Záření	AM2, AM3, AM4, AM6
AP	Seismicita	AP2 ¹⁾ , AP3 ¹⁾ , AP4 ¹⁾
AQ	Bouřková činnost	AQ2 ³⁾ , AQ3 ³⁾
AS	Vítr	AS2 ¹⁾ , AS3 ¹⁾
BA	Schopnost lidí	BA1 ^{1), 4)} , BA3 ¹⁾ , BA4 ¹⁾
BC	Dotyk se zemí	BC3, BC4
CB	Provedení budovy	CB14
Vysvětlivky: <ol style="list-style-type: none"> 1) Při použití malých bezpečných napětí SELV nebo PELV se prostory pokládají za bezpečné. 2) Výskyt vodivého prachu. 3) Je nutno instalovat systém ochrany před bleskem (LPS). 4) Není-li v prostoru s BA1 zajištěn dozor nebo dohled osoby poučené nebo znalé, může být tento prostor zvlášť nebezpečný. 		

Tab. 8: Tabulka vnějších vlivů vytvářející prostory ZVLÁŠŤ NEBEZPEČNÉ

Přehled vnějších vlivů vytvářející prostory zvlášť nebezpečné		
AB	Vlhkost	AB6, AB7
AD	Voda	AD2 ¹⁾ , AD3 ¹⁾ , AD4 ¹⁾ , AD5, AD6, AD7, AD8
AF	Koroze	AF4
AG	Ráz	AG3 ²⁾
AH	Vibrace	AH3 ²⁾
BA	Schopnost lidí	BA3 ³⁾
BE	Nebezpečí požáru, výbuchu, kontaminace	BE2N3 ⁴⁾
Vysvětlivky: <ol style="list-style-type: none"> 1) Venkovní prostory s těmito vnějšími vlivy mohou být posouzeny jako prostory pouze nebezpečné, jestliže se tyto vlivy v daném prostoru vyskytují pouze občas a je zajištěno, že s el. zařízením bude manipulováno pouze v době, kdy působí maximálně jenom vnější vlivy podle tabulky 6 a 7. 2) Při použití malých bezpečných napětí SELV nebo PELV se prostory pokládají za bezpečné. 3) Zdravotnické prostory, v nichž předpisy vyžadují určité způsoby ochrany. 4) Jen jsou-li kapaliny vodivé. 		

5 ROZDĚLENÍ MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ

Pro provedení kvalitního a důvěryhodného měření je třeba mít k dispozici atestovaný měřicí přístroj s pravidelnou kalibrací. Požadavek na pravidelnou kalibraci vyplývá z požadavku zákona č. 505/1990 Sb. o metrologii. Pomocí správné metody měření a kalibrace dosáhneme více důvěryhodnějších informací o provedeném měření a následného zpracování naměřených dat. V revizní zprávě musí být uveden druh použitého měřicího přístroje s datem kalibrace a číslem kalibračního listu.

Tato část diplomové práce popisuje rozdělení základních měřicích přístrojů pro potřeby revize na elektrických zařízeních, které byly k dispozici. Jsou to především:

a) Měřicí přístroj Eurotest 61557 – ST, v. č. 11110306

Jedná se o multifunkční měřicí přístroj pro měření přechodových odporů, měření zemních odporů a rezistivity půdy, měření izolačních odporů, testování proudových chráničů, měření skutečné impedance ochranné smyčky sítě, měření sledu fází, měření osvětlení, měření průrazného napětí varistorů (přepět'ových ochran), test přítomnosti napětí na ochranném vodiči, harmonická analýza napětí a proudu a jiné.

b) Měřicí přístroj Revex plus, v. č. 519226

Tento měřicí přístroj slouží ke kontrole a měření ručního náradí a elektrických spotřebičů.

c) Proudové kleště A 1018, v. č. 10460088

Tyto proudové kleště slouží pro měření malých proudů.

d) Proudové kleště A 1019, v. č. 10230269

Jedná se o standardní proudový klešťový přístroj.

e) Měřicí přístroj PU 550, v. č. 256303/2560

Měřicí přístroj je určen pro měření osvětlení v průmyslových provozech a na pracovištích za účelem údržby nebo kontroly intenzity osvětlení.

f) Měřicí přístroj PU 183, v. č. 9681142

Tento měřicí přístroj slouží pro měření zemního odporu třívodičovou nebo čtyřvodičovou metodou.

g) Měřicí přístroj MPO – 01A, v. č. 1821

Měřicí přístroj je určen k měření přechodových odporů.

h) Měřicí přístroj IZO 2500, v.č. 359

Měřicí přístroj je určen k měření izolačních odporů.

6 ZPŮSOB PROVÁDĚNÍ A ČLENĚNÍ REVIZÍ

Tato část diplomové práce se zabývá způsobem provádění a členění revizí elektrických zařízení. Součástí této kapitoly jsou tři praktické úlohy, které řeší dvě pravidelné revize a měření rezistivity půdy.

Základní platná legislativa v oblasti revizí elektrických zařízení je popsána v podkapitole č. 3.1 *Současná legislativa a právní předpisy*.

Mezi základní normy pro účely revizí elektrických zařízení patří zejména normy ČSN 33 1500, ČSN 33 2000-6 a PNE 33 0000-3. Podniková norma PNE 33 0000-3 navazuje na základní ustanovení norem ČSN 33 15000 a ČSN 33 2000-6, týkajících se terminologie základních požadavků na bezpečnost a spolehlivost, požadavků na provádění a vyhodnocování výchozích revizí. Dále jsou pro účely provádění revizí použity normy ČSN EN 50110-1 ed.2, ČSN 33 2000-4-41 ed.2, ČSN EN 50522, PNE 33 0000-1, čtvrté vydání a ostatní související normy.

6.1 Postup provádění revizí a jejich členění

Účelem revize a kontroly elektrických zařízení je ověření jejich stavu z hlediska bezpečnosti a spolehlivosti. Tyto požadavky jsou splněné, pokud elektrické zařízení odpovídá příslušným ustanovením technických norem a právním předpisům.

Pracovníci, kteří provádějí revize a kontroly na elektrických zařízeních, musejí mít především odpovídající kvalifikaci stanovenou vyhláškou dle příslušného zákona. Při provádění revizí musí být učiněna taková bezpečnostní opatření, aby během prohlídky, měření a zkoušení nedošlo k ohrožení osob, majetku a zařízení. Provozovaná elektrická zařízení musí být pravidelně revidována nebo kontrolována v rámci řádu preventivní údržby. Revize zahrnuje prohlídku, zkoušení, měření a zaznamenání provedených výsledků.

Podle toho jakým způsobem a v jaké časové periodě je dané elektrické zařízení revidováno, členíme revize na:

- Výchozí revize
- Pravidelné kontroly a revize
- Mimořádné revize

6.1.1 Výchozí revize

Nová elektrická zařízení je možno uvádět do provozu jen tehdy, byl-li jejich stav z hlediska bezpečnosti a funkčnosti ověřen jedním z uvedených způsobů:

- výchozí revizí ve smyslu ČSN 33 1500, dále dle ČSN 33 2000-6 a u zařízení přenosové a distribuční soustavy dle PNE 33 2000-3

- u výrobků dle zákona 22/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů (evropskou značkou shody, respektive ES prohlášením o shodě)

Z uvedených zásad jsou vyjmuty pouze případy, kdy je prováděna postupná rekonstrukce a zařízení nemohou být po celou dobu bez napětí. V těchto případech se na částech, kde byla provedena rekonstrukce a jež je nutno uvést zařízení bezprostředně po výluce do provozu, provede před uvedením do provozu kontrola, která posoudí bezpečnost dalšího provozu. O těchto kontrolách musí být písemný doklad podepsaný oprávněným pověřeným pracovníkem. Výchozí revize se provede po celkovém dokončení rekonstrukce.

Jedním z významných přínosů normy pro efektivnost údržby a revizí je od roku 1991 ustanovení, kterým je určeno, že za nové ani rekonstruované zařízení ve smyslu ČSN 33 1500 není považováno rozšíření stávajícího zařízení nízkého napětí, které nevyžaduje změnu jištění. To znamená, že dříve uplatňovaný požadavek revidovat každou přemístěnou nebo nově přidanou zásuvku 230 V apod., byl zrušen. Zprávu o výchozí revizi nahrazuje s plnou právní vahou garance bezpečnosti záznam o kontrole s podpisem pověřeného pracovníka s elektrotechnickou kvalifikací a záznam změny do průvodní dokumentace. Záznam musí být uložen pro potřebu revizního technika, kontrolních orgánů nebo soudu do nejbližší pravidelné revize.

Z praxe vyplývá, že není přesně určeno, jak postupovat při přemístění el. strojů nebo zařízení. Přemístění, doprava nebo dlouhodobější skladování el. zařízení může mít za následek změnu elektrických a funkčních vlastností. Dále může dojít ke změně způsobu zapojení nebo ochrany před úrazem el. proudem. Je věcí organizace, zda nechá provést výchozí revizi nebo kontrolu s potřebným měřením, z nichž bude pořízen zápis s podpisem pověřeného pracovníka a datum vyhotovení. Kontrola pověřeným pracovníkem s následně vystaveným prokazatelným dokladem je možná i u zařízení, u kterých v průběhu jejich užívání došlo k opravám, které mohou mít vliv na bezpečnost. Někdejší pojem „díleč revize“ norma nezná. Nic se však nemění na skutečnosti, že prokazatelné výsledky zkoušek a měření prováděných elektromontéry dodavatele nebo provozovatele mohou sloužit jako podklad revize. Rovněž části el. zařízení, které mají značku shody nebo ES prohlášení o shodě, protokol o kusové zkoušce nebo výchozí revizi, není nutno znovu revidovat, ale zahrnují se s určením návaznosti do výchozí revize revidovaného objektu nebo zařízení. V nové normě je naopak zdůrazněna možnost využívat jako podklad pro sestavení zprávy o revizi stanovisek odborníků (protipožární přepážky, protokoly o stanovení vnějších vlivů, speciální technicky náročná zařízení apod.) Vydáním změn **ČSN 33 1500** a **ČSN 33 2000-6** byla upřesněna právní odpovědnost za provedení výchozí revize osobou znalou, pro provádění revizí osobou kvalifikovanou. Při výchozích revizích elektroinstalací (ČSN 33 2000-6) se prohlídkou, zkoušením a měřením ověřuje stav z hlediska základních požadavků bezpečnosti, které mohou elektrická zařízení způsobit (úraz elektrickou energií, tepelné účinky apod.). Při výchozích revizích zařízení připojených na el. instalaci (pracovní stroje,

zdvihací zařízení, EZS, EPS, apod.) je nutno prověřovat mimo výše citovaná i další možná ohrožení ve smyslu průvodní dokumentace výrobce nebo dodavatele.

Normou **ČSN 33 2000-6** (postupy při výchozích revizích) byla nahrazena část někdejší ČSN 34 1010, která pojednávala o měření a zkoušení ochran. Norma je částí souboru norem **ČSN 33 2000**. Dochází ke sladění postupů při výchozích revizích v mezinárodním pojetí a zvyšují se požadavky na sjednocení ochran proti úrazu el. proudem.

Základní členění revize:

- a) **Revize** – revize obecně zahrnuje všechna opatření, kterými se zjišťuje shoda hotové elektrické instalace s harmonizačními dokumenty, právními předpisy a normami ČSN.
- b) **Prohlídka** – pojednává o vědomém prohlédnutí elektrického zařízení za účelem zjištění jeho řádného stavu. Prohlídka je základním předpokladem pro zkoušení a následné měření.
- c) **Zkoušení** – je činnost prováděná na elektrickém zařízení, kterou se má prokázat účinnost ochranných a signálních zařízení a také některých měřicích zařízení za účelem zjištění správné funkce daného zařízení.
- d) **Měření** – měřením se zjišťují hodnoty, které jsou nutné pro posouzení účinnosti ochranného zařízení pomocí vhodných měřicích přístrojů.

Prvním revizním úkolem pro získání základních informací o revidovaném zařízení je prohlídka, která se provádí pokud možno za beznapětového stavu a musí předcházet zkoušení a měření.

Revizní technik u trvale připojených zařízení prověřuje a provádí:

- plnění požadavků norem ČSN po stránce bezpečnosti
- kontrolu schvalovacích značek, certifikačních dokladů, atestů
- plnění pokynů výrobců jednotlivých prvků a dílů
- neporušenost zařízení zejména po stránce krytí
- způsob ochrany před úrazem el. proudem včetně měření určených vzdáleností (přepážky, kryty, zábrany apod.)
- použití protipožárních přepážek nebo jiných opatření proti šíření ohně, ochrana před tepelnými účinky. Revizní technik neprověřuje kvalitu protipožárních přepážek, ale vyžádá si doklad odpovědné dodavatelské nebo montážní firmy
- vhodnost vodičů s ohledem na proudovou zatíženost, úbytek napětí, pokles napětí, ochranu před úrazem ve vztahu k průřezu a délce vedení
- posouzení vhodnosti a seřízení ochranných a kontrolních prvků v daných podmínkách
- posouzení umístění a vhodnosti spínacích prvků

- kontrola krytí elektrického zařízení vztahmo k prostředí a osobám. Od osoby provádějící výchozí revizi se nepožaduje, aby uvedené ověření provedla na každý vnější vliv vyčerpávajícím způsobem. V případě pochybnosti je ale nutno v revizní zprávě upozornit na potřebu ověření vnějších vlivů realizovaných dle projektu
- označení vodičů a svorek s prioritou vodičů ochranných
- vybavení schématy, varovnými nápisy, bezpečnostními tabulkami
- způsob popisu jisticích a ovládacích prvků, rozvaděčů, obvodů, polí atd.
- kontrola způsobu spojení vodičů
- přístupnost a orientační značení pro obsluhu, údržbu, opravy a revize

Po ukončení prohlídky následují zkoušky a měření, které zahrnují:

- spojitost ochranných vodičů a vodičů pospojování
- izolační odpor elektrického zařízení
- ochrana před nebezpečím úrazu a dotykovým napětím
- napětí a proud všeobecně
- odpor podlahy a stěn (pokud to druh ochrany vyžaduje)
- automatické odpojení od zdroje
- zkouška proudového chrániče
- zkouška zapojení přístrojů a zjišťování sledu fází
- zkouška el. pevnosti (pokud není doklad výrobce)
- funkční zkoušky
- tepelné účinky (podrobnosti budou oznámeny později)
- úbytek napětí, unikající proud

Pokud některé z výše uvedených měření nebo zkoušek nevyhoví, opakují se po odstranění závady všechna měření nebo zkoušky, které mohly být odstraněním závady ovlivněny. Při zkouškách musí revizní technik dbát na ověření správnosti funkce pro ochranu před úrazem. Zkouší zejména funkci hlídače izolačního stavu, proudových a napěťových chráničů, zařízení pro nouzové vypnutí, hlásičů a ukazatelů důležitých funkcí apod.

Pro měření musí být revizní technik vybaven prověřenými měřicími přístroji, které mají ověřenou funkčnost a přesnost kalibrací a jejichž konstrukce připouští požadovanou přesnost měření. U každého měření musí být proveden odhad možné chyby měření, a to jak měřicího přístroje, tak metody měření.

Norma uvádí podrobný rozbor měření vztažmo k druhu sítě a ochrany před nebezpečným dotykovým napětím. Pro základní přehled jsou uvedeny hlavní společné zásady:

- **spojitost ochranných vodičů, vodičů pro pospojování a vodičů vyrovnání potenciálu** – zkouška spojitosti se provádí zdrojem stejnosměrného a střídavého napětí, které má naprázdno od 4V do 24V, minimální proud 0,2A. Naměřená hodnota do 0,1 Ω vyžaduje stupnici s velkou rozlišovací schopností nebo digitální odečet. Pro určitá el. zařízení je požadována vyšší hodnota měřicího proudu.
- **izolační odpor elektrického zařízení** – měření se provádí mezi pracovními vodiči a mezi každým pracovním vodičem a zemí. Pokud je obvod PELV a SELV napájen z bezpečnostního ochranného transformátoru, použije se zkušební napětí 250V a izolační odpor je minimálně 0,5M Ω . U obvodů, jejichž napětí nepřesahuje 500V, je měření prováděno zkušebním napětím 500V a izolační odpor je minimálně 1M Ω . U obvodů, jejichž napětí přesahuje 500V, je měření prováděno zkušebním napětím 1000V a izolační odpor je rovněž minimálně 1M Ω . Měření se provádí stejnosměrným proudem a zkušební přístroj musí být schopen poskytnout zkušební napětí při zatížení 1mA. Obsahuje-li obvod elektronická zařízení, provádí se pouze měření mezi fázemi a středním vodičem, které jsou spolu spojeny s vodičem ochranným. V místech s nebezpečím požáru by se měl izolační odpor měřit i mezi pracovními vodiči. Ve stále větší míře je požadováno měření unikajícího proudu. Pokud jsou v instalaci zapojeny přepětíové ochrany, je nutno, aby byly před měřením vyraženy. Není-li to prakticky možné, mělo by se zkušební napětí pro takové obvody přiměřeně snížit, např. u zařízení s fázovým napětím 230V na DC 250V. Izolační odpor nemá přesáhnout 1 M Ω . U instalací v prostorách mokrých, či tam, kde se provádí ostřik vodou z důvodu úklidu, je stanovena minimální hodnota elektroinstalace bez připojených spotřebičů 500 Ω na 1V. U topných prvků v podlahách se ověřuje, zda izolační odpor při napětí 230V neklesl pod hodnotu 250 k Ω a při napětí 400V pod hodnotu 400 k Ω .
- **odpor podlahy a stěn** – nejčastěji je používáno při ochraně oddělením obvodů. Je nutno provést alespoň tři měření ve stejném místě, přičemž jedno z těchto měření se provede cca 1m od kterékoli přístupné vodivé části a další dvě měření ve větší vzdálenosti. Naměřený odpor nesmí být v žádném místě menší než 50k Ω u napětí do 500V AC nebo u napětí do 750V DC.
- **impedance vypínací smyčky** – měření je nutno provést vhodným měřicím přístrojem s ohledem na velikost jistících prvků měřeného obvodu. Měření se provádí mezi pracovními vodiči a ochranným vodičem PE nebo mezi pracovními vodiči a vodičem N. Při použití nadproudových jistících prvků lze ověřit, zda může protékat vypínací proud potřebný pro každou vypínací dobu výpočtem nebo napodobením sítě v síťovém modelu.
- **měření zemního odporu zemničů** – měření odporu uzemnění se smí provádět kompenzační a voltampérovou metodou. V hustě zastavěném prostoru je účelné zjišťovat zemní odpor

měřením impedance smyčky mezi dvěma zemniči voltampérovou metodou. Zemnič, který se má měřit, se odpojí od ochranného vodiče. Mezi tímto zemničem a dalším nízkoohmovým zemním zařízením, např. vodičem PEN v síti TN, se změří odpor. Naměřená hodnota musí být menší nebo nejvýše rovna dovolené hodnotě zemního odporu měřeného zemniče. Užije-li se pro ochranu při dotyku neživých částí nadproudových ochranných prvků, musí se zajišťovat, zda zemní odpor je tak nízký, že může protékat vypínací proud potřebný pro každou dobu vypnutí, přičemž se do měření musí zahrnout ochranné vodiče a uzemňovací přívody mezi hlavní ochrannou svorkou a zemničem. Užije-li se napětových chráničů, musí se přezkoušet, zda zemní odpor pomocného zemniče nepřevyšuje 200Ω .

- **zkoušky při ochraně proudovým chráničem** – účinnost automatického odpojení od zdroje proudovým chráničem se musí ověřit zkušebním zařízením, kterým se ověří splnění požadavků uložených v normě **ČSN 33 2000-4-41 ed.2**. Měření doby odpojení je doporučeno. Požadováno je měření u nové instalace, dále v případě, kdy došlo ke změně v instalaci nebo přemístění chrániče. Je-li prokázána účinnost ochrany za proudovým chráničem v jednom místě, je postačující prověření spolehlivosti spojení ostatních částí ochranným vodičem.
- **zjištění sledu fází třífázových zásuvek** – je nutno přezkoušet, je-li pole pravotočivé, tzn. při pohledu na zdířky kontaktů zepředu, pak napětí na nich postupuje ve směru otáčení hodinových ručiček.
- **ověření úbytku napětí** – určí se např. na základě měření impedance obvodu.

Pro úplnost je nutno dodat, že pro účely nezbytných měření a zkoušek je možno uvést el. zařízení pod napětí ještě před ukončením výchozí revize. Při měření a zkouškách je nutno dbát, aby uvedením zařízení pod napětí nebyla ohrožena bezpečnost. Zprávu o výchozí revizi je provozovatel povinen uchovat po celou dobu provozu zařízení, tj. do rekonstrukce nebo zániku zařízení.

6.1.2 Pravidelné revize

Pro garanci bezpečného provozu musí být el. zařízení a ochrana před bleskem pravidelně revidovány. Povinnost provádět revize je dána právními předpisy, a to obecně s upřesněním v technických normách. Stejně jako u výchozích revizí jsou i u revizí pravidelných určité úlevy. Je to u venkovních transformoven a rozveden přenosové a distribuční soustavy, kde je garance bezpečnosti dána pravidelnými kontrolami a údržbou dle řádu preventivní údržby. Dále není povinnost revizí v bytových prostorách včetně příslušenství bytu. Do bytových prostorů jsou zahrnuty i prostory sloužící individuální potřebě občanů (rekreační objekty, garáže apod.) Na elektrickém zařízení uvedených prostorů je provádění revizí zatím pouze doporučeno. Pravidelné revize je ovšem nutno provádět z podnětu majitele, soudu nebo „energetiky“.

V revizní zprávě musí být uvedeno, zda je el. zařízení z hlediska bezpečnosti schopno provozu. Pokud byly při revizi zjištěny závady, musí být v revizní zprávě uvedeno, s jakým ustanovením normy nebo jiného předpisu jsou v rozporu, popřípadě jaké je v důsledku závady riziko ohrožení bezpečnosti. Zejména konec citátu vyžaduje od revizního technika vyhodnocení míry rizika při dalším provozu zařízení. Tento požadavek napomáhá plnit požadavek dle normy **ČSN EN 50110-1 ed. 2**.

Pokud některá závada přímo ohrožuje bezpečnost, je revizní technik povinen bezprostředně na tento stav upozornit prokazatelnou formou majitele nebo provozovatele. Zpráva o pravidelné revizi je vyhodnocením technického stavu zařízení v době provádění revize a majitel je povinen reagovat na zjištěné závady.

Revize mají být prováděny ve lhůtách určených ČSN (pokud nejsou ve zvláštních případech uvedeny normou nebo právním předpisem lhůty odlišné). Revizní zprávy, kde je perioda delší než jeden rok, lze bez ohledu na den a měsíc provedení revize považovat za platné do konce příslušného kalendářního roku. Níže uvedené Tab. č. 9, 10, 11 poukazují na lhůty provádění revizí.

Tab. 9: Lhůty pravidelných revizí podle působení vnějších vlivů

Druh prostředí podle dříve platných ČSN	Třídy vnějších vlivů dle ČSN 33 2000-3	Lhůta revizí (roky)
základní, normální	normální, AA4, AB4, AB5, XX1 pro vlivy AC až AR (mimo AQ), BA1, BC1, BC2, BD1, BE1, CA1, CB1, BA4, BA5	5
studené, horké, vlhké, zvýšená korozní aktivita, nehořlavý prach, biolog. škůdci	přibližně AA1 až AA8 (kromě AA4) a vnitřní prostory s AB1 až AB7 (kromě AB5), AE4 až AE6, AF3, AK2, AL2	3
mokrý s extrémní korozní agresivitou	AD2 až AD8, AF4	1
s otřesy, pasivní s nebezpečím požáru nebo výbuchu	AG3, AH3, BE2, BE3	2
venkovní, pod přístřeškem	vně budovy může být AB2,3, AB 6,7,8, AD3,4,5 i pro výskyt vody mimo déšť (způsobený člověkem) a samotné zařízení, které je před přímými účinky deště chráněno nebo je pro ně provedeno, AF2,3, AN2,3, AS1,2,3 + ostatní vlivy podle konkrétní situace	4

Tab. 10: Lhůty pravidelných revizí doporučených v jednotlivých prostorech dle ČSN 33 2000-6

Objekt, prostor	Oddíl ČSN 33 2000	Lhůta revize (roky)
Prostor s vanou nebo sprchou, umývací prostory	701	3
Plavecké bazény nebo fontány	702	1
Místnosti se saunovými kamny	703	3
Staveniště a demolice	704	0,5
Zemědělská a zahradnická zařízení	705	3
Omezené vodivé prostory	706	3
Zařízení pro zpracování dat	707	5
Parkovací místa karavanů v kempech	708	1
Venkovní osvětlení	714	4

Tab. 11: Lhůty pravidelných revizí systému ochrany před bleskem dle ČSN EN 62305

Ochranná úroveň	Vizuální kontrola	Celková revize
I, II	1 rok	2 roky
III, IV	2 roky	4 roky

Pro takzvané kritické systémy ochrany před bleskem, za které jsou považovány mimo jiné systémy vystavené silnému mechanickému namáhání, platí roční interval revize. U výbušných prostorů je určen pro revizi šestiměsíční interval.

Vhodnou formou ekonomického přístupu a racionalizace údržby i revizí je možnost prodloužení lhůty revizí až na dvojnásobek. Tato úleva se netýká el. zařízení provozovaných v prostředí s nebezpečím výbuchu nebo požáru nebo hromosvodů na objektech, v nichž je prostředí s nebezpečím výbuchu nebo požáru. U ostatních elektrických zařízení a hromosvodů je podmínkou prodloužení revizních lhůt vypracovaný a prokazatelně dodržovaný vlastní řád preventivní údržby. Řád preventivní údržby musí stanovit lhůty a způsob provádění pravidelných kontrol el. zařízení a hromosvodů. Pravidelná údržba musí být prováděna nejméně v intervalech základních lhůt revizí. O výsledku pravidelné kontroly a provedených měřeních musí být písemný záznam pro potřebu revizí a kontrol. Zpráva o pravidelné revizi musí být uložena nejméně do vyhotovení následné zprávy o pravidelné revizi.

6.1.3 Mimořádné revize

Zavedení pojmu mimořádné revize vyplynulo z nařízení vlády č. 378/2001 Sb. §2 a připomínek na nesnadnost, ne-li nemožnost, pojmenování revize, jejíž obsah nebo důvod provedení nekoresponduje s pojmem revize výchozí ani pravidelná. Podle charakteru takovéto revize se na ně uplatňují požadavky stanovené pro revize výchozí (např. nedostupnost zpráv o revizích předchozích, pochybnosti o kvalitě předchozí revize) nebo revize pravidelné (např. odůvodněné zkrácení mezidobí revizí určené provozovatelem, orgánem dozoru, normou nebo právním předpisem, revize bleskosvodu po úderu blesku). Jedná se o novinku zapracovanou do poslední změny Z4 ČSN 33 1500 (revize elektrických zařízení).

6.2 Podklady k revizi a zpráva o provedení revize

6.2.1 Podklady k provádění výchozí revize

- Dokumentace elektrického zařízení, která odpovídá skutečnému provedení.
- Protokol o určení vnějších vlivů, pokud není součástí dokumentace.
- Písemné doklady o provedení výchozích revizí části elektrického zařízení. Doklady o provedených zkouškách jednotlivých částí el. zařízení jsou následně podkladem pro provedení výchozí revize celého el. zařízení.
- Záznamy o kontrolách, zkouškách a měřeních provedených na el. zařízení před uvedením do provozu.
- Doklady stanovené příslušným předpisem.
- Písemné záznamy o provedených opatřeních a kontrolách.

Ke každému novému el. zařízení musí být v potřebném rozsahu dodána dokumentace umožňující stavbu, provoz, údržbu a revize zařízení, jakož i výměnu jednotlivých částí zařízení a jeho další rozšiřování. Pokud výše uvedené podklady nejsou k dispozici, musí se revizní technik dohodnout s provozovatelem zařízení o jejich doplnění, popř. o jejich náhradě doklady, které se vyhotoví na základě prohlídky, kontrol a měření na místě samém.

6.2.2 Podklady k provádění pravidelné revize

- Dokumentace elektrického zařízení, která odpovídá skutečnému provedení.
- Protokol o určení vnějších vlivů, pokud není součástí dokumentace.
- Zásady pro údržbu el. zařízení, tj. provádění kontrol, revizí, zkoušek a měření.

- Záznamy s výsledky provedených kontrol podle řádu preventivní údržby s podpisem pověřeného pracovníka.
- Zpráva o předchozí revizi.
- Podklady z dozorové činnosti orgánu státního odborného technického dozoru.

Rozsah podkladů záleží na charakteru a velikosti zařízení. V zásadě platí totéž co v podkapitole č. **6.2.1 Podklady k provádění výchozí revize.**

Zásady pro údržbu mají význam pro prodloužení revizních lhůt a slouží i jako poklad pro provádění revizí. Doklady z dozorové činnosti slouží k tomu, aby revizní technik věděl, zda na zařízení nebylo vydáno rozhodnutí dozoru podmiňující jeho další provoz, nebo rozhodnutí o vyřazení.

6.2.3 Zpráva o provedení revize

Zpráva o revizi elektrického zařízení musí obsahovat:

- určení druhu revize (výchozí, pravidelná, mimořádná)
- vymezení rozsahu revidovaného elektrického zařízení
- soupis použitých přístrojů
- soupis provedených úkonů (prohlídky, měření a zkoušky)
- soupis zjištěných závad
- datum zahájení a ukončení revize, vypracování a předání revizní zprávy
- jméno a podpis revizního technika s jeho evidenčním číslem
- výsledky (prohlídky a zkoušek, naměřené hodnoty) podstatné z hlediska sledování stavu bezpečnosti zařízení, pokud nejsou obsaženy v dokladech použitých pro sestavení revizní zprávy

U soupisu úkonů je třeba uvést, podle kterých norem či předpisů se při revizi postupovalo. U měření postačí uvést odkaz na předepsané měřicí metody. Ve věci zkoušek se postačí odkázat na ta ustanovení příslušných norem, která tyto zkoušky předepisují. Důležité je, aby byla uvedena data zahájení a ukončení revize, protože těmito daty je určeno časové období, kdy revizní technik dané zařízení posuzoval a od něhož se mohou odvozovat právní důsledky s ohledem na odstraňování závad. Zpráva o provedené revizi má obsahovat především konkrétní údaje (naměřené hodnoty), které dokumentují stav revidovaného zařízení.

V závěru revizní zprávy musí být uvedeno, zda je elektrické zařízení z hlediska bezpečnosti schopné provozu. Pokud byly při revizi zjištěny závady, musí být v revizní zprávě uvedeno, s jakým ustanovením normy nebo jiného předpisu jsou v rozporu, popř. jaké je v důsledku závady riziko ohrožení bezpečnosti. V případě, že elektrické zařízení nebo jeho část nelze do doby odstranění

zjištěných závad provozovat, musí být v závěru revizní zprávy uvedeno zdůvodnění, proč nelze el. zařízení nebo jeho část uvést do provozu nebo dále provozovat.

Archivace revizní zprávy:

- Revizní zpráva musí být uložena u provozovatele el. zařízení a přístupná orgánům státního odborného dozoru.
- Zpráva o výchozí revizi musí být uložena trvale až do zrušení el. zařízení.
- Zpráva o pravidelné revizi musí být uložena nejméně do vyhotovení následné zprávy o pravidelné revizi.

6.3 Praktické úlohy

Součástí této podkapitoly jsou tři praktické úlohy, které řeší dvě pravidelné revize a měření rezistivity půdy.

Předmětem první úlohy bylo provést pravidelnou revizi elektrické instalace objektu venkovních kabelových rozvodů nn ve správě a majetku Správy železniční dopravní cesty, státní organizace.

Druhým úkolem byla pravidelná revize zděné vestavěné trafostanice 22/0,4kV č. 700731, jejímž provozovatelem je Olomoucký kraj.

Tyto úlohy sloužily jako podklad pro vypracování revizní zprávy. Závěrečné protokoly a podklady o provedené revizi jsou přílohami diplomové práce

Poslední úloha pojednává o provedení měření rezistivity půdy pomocí Wennerovy metody a následného využití naměřených hodnot pro návrh a výpočet uzemnění technologického objektu ČEZ Distribuce, a.s. Výpočet uzemnění byl dále využit pro účely zpracování projektové dokumentace stavby, která řeší opravu venkovního vedení VN 22kV č. 69 v k.ú. Moravský Beroun, Sedm Dvorů, Domašov nad Bystřicí, okres Olomouc. Projektovou dokumentaci vypracoval rovněž autor diplomové práce

6.3.1 Pravidelná revize elektrické instalace nn

Předmětem úlohy byla pravidelná revize elektrické instalace objektu venkovních kabelových rozvodů nn. Revize byla vykonána dne 6.9.2013 v místech železničního nádraží Šumperk. Závěrečná zpráva o pravidelné revizi je uvedena v **příloze D**.

Pravidelná revize byla provedena dle vyhl. MD Č. 100/1995 Sb. ve znění vyhl. 279/00 Sb., ČSN 33 1500 (Z4/2007), ČSN 33 2000-6: (9/2007) a ČSN 33 2130 ed.2: 9/2009.

a) Úvodní údaje:

Obsahují název provozovatele, místo objektu, bližší určení místa revize a jméno revizního technika včetně čísla jeho osvědčení.

b) Rozvodná soustava:

3 PEN, AC - 50Hz, 400V / TN – C

c) Použité měřicí přístroje:

EUROTEST 61557, č. kalibračního listu 1610E-13, dále viz kapitola č. 5.

d) Použité doklady:

- zpráva o výchozí revizní zprávě nebyla předložena
- poslední pravidelná revize č. 028/10 PT ze dne 30.3.2010
- zjednodušená technická dokumentace
- jednopólová schémata
- kalibrační list měřidla EUROTEST 61557, který je uložen v archivu u revizního technika

e) Prostředí a vnější vlivy dle ČSN 33 2000-1 ed. 2/ ČSN 33 2000-5-51 ed.3/ ČSN 33 2000-4-41 ed.2 - Z1:

Protokol o určení vnějších vlivů nebyl provozovatelem předložen. V poslední revizní zprávě č. 028/10 PT ze dne 30.3.2010 jsou uvedeny tyto vnější vlivy:

Venkovní prostředí:

Vnější činitel prostředí A: AA8, AB8, AD3, AF2, AM2, AN2, AQ3, AS2, ostatní normální dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2/Z1

Činitel využití B: BA4, BC3, BD1, BE1

Konstrukce budov C: CA1, CB1

Vnitřní prostředí: rozvodna nn

Vnější činitel prostředí A: AA4, AB5, AM2, ostatní normální dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2/Z1

Využití B: BA4, BC2, BD1, BE1

Konstrukce budov C: CA1, CB1

Druh prostoru:

Dle PNE 33 0000-2 typ prostoru IV – **nebezpečný**

Prostředí bylo stanoveno pro potřeby vypracování revizní zprávy.

f) Rozsah prováděné úlohy:

Předmětem úlohy byla pravidelná revize elektrické instalace objektu venkovních kabelových rozvodů nn. Elektrická instalace byla vybudována v době platnosti ČSN 34 1010/1965.

Počátkem revize byla rozvodna nn, konkrétně rozváděč nn RH4 (jistící prvek FA 4.2), následně odvod do kabelové skříně s označením KS 12B, dále do venkovních kabelových skříní v areálu SDC s označením KS 3B, KS 3C, KS 9, KS 12, KS 12A, KS 3, KS 10A, KS 3A, KS 4, ZS3 a rozváděč nn RH5 (jistící prvek FA 5.2 – odvod do kabelové skříně KS 31C).

g) Prohlídka: Posouzení elektrické instalace dle platných ČSN

- ochrana před úrazem el. proudem byla kontrolována ve smyslu ČSN 33 2000-4-41 ed.2
- ochrana základní (izolací, kryty, polohou a přepážkami)
- ochrana při poruše (automatickým odpojením od zdroje, ochranným pospojováním, zařízením ve II. tř. nebo s rovnocennou izolací)
- prohlídkou byla kontrolována míra uplatnění podmínek dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2
- přístupnost elektrického zařízení z hlediska údržby dle ČSN 33 2000-1 ed. 2
- vybavení schématy a označení obvodů dle ČSN 33 2000-1 ed.2
- průřezy ochranných vodičů dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2 a ČSN 33 2000-5-54 ed. 3
- vybavení schématy a označení obvodů dle ČSN 33 2000-1 ed.2
- barevné značení vodičů dle ČSN EN 60446 ed.2
- způsob spojení vodičů dle ČSN 33 0360 a ČSN 33 2000-5-54 ed.3
- elektrická instalace byla vybudovaná v době platnosti ČSN 34 1010/ 1965

h) Zkoušení a měření:

Byly provedeny funkční zkoušky jističů, proudových chráničů, vypínačů a pevně připojeného zařízení, které zajišťují bezpečnost elektrického zařízení. Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím byla kontrolována vizuálně s následným měřením. Dále bylo provedeno měření napětí a frekvence dle ČSN 33 2000-6, měření impedanční smyčky v síti TN dle ČSN 33 2000-6 čl. 61.3.6 měření izolačního odporu dle ČSN 33 2000-6 čl. 61.3.2 a měření spojitosti ochranného obvodu dle ČSN 33 2000-6 čl. 61.3.2.

i) Naměřené hodnoty:

Elektrická instalace je napájena z trafostanice – rozvodna nn v poli č. 4 a č. 5 přes hlavní jističe před elektroměry SDC do kabelové skříně KS 12B a kabelové skříně KS 31C, dále do kabelových skříní v areálu SDC (MO/ SO/ TO/ SART). Naměřené hodnoty jsou uvedeny v **příloze E**.

j) Zhodnocení a závěr:

Spojitosť ochranných vodičů byla ověřena prohlídkou, měřením a vyhovuje požadavku normy ČSN 33 2000-6 čl. 61.3.2. Přechodový odpor nebyl naměřen vyšší než 0,1 Ohm. Naměřené hodnoty izolačního odporu byly měřeny mezi vodiči a zemí. Uvedené hodnoty izolačního odporu jsou minimální naměřené hodnoty a vyhovují normě ČSN 33 2000-6 čl. 61.3.3. Uvedené hodnoty impedanční smyčky jsou maximální naměřené hodnoty, které vyhovují požadavku ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 čl. 411.4.4 a vyhovují stavu nerovnosti dle vztahu $Z_s = 1,5 \times Z_s \times I_a \leq U_0$. Jištění jednotlivých obvodů vyhovuje požadavku ČSN 33 2000-5-523 ed.2. Provedení elektrické instalace vyhovuje požadavku ČSN 33 2000-5-51 ed.3. Zařízení bylo posouzeno z pohledu normy ČSN 33 2000-1 ed. 2 a je vyhovující.

Během revize nebyly zjištěny závady.

Revidovaná elektrická instalace není nebezpečná osobám ani majetku a je při dodržení místních pracovních a provozních předpisů ve smyslu ČSN 33 1500 čl. 6.1.2 schopna bezpečného provozu. **Zařízení je dle vyhl. 100/95 Sb. (změny č. 279/00 Sb.) § 5 odst. 3 způsobilé provozu.**

Tato úloha sloužila jako podklad pro zpracování revizní zprávy.

6.3.2 Pravidelná revize trafostanice 22/0,4kV

Předmětem úlohy byla pravidelná revize vestavěné trafostanice 22/0,4kV. Revize byla vykonána dne 2.10.2013 v Prostějově. Závěrečná zpráva o pravidelné revizi je uvedena v **příloze F**. Na tuto práci byl vydán **příkaz „B“** dle ČSN EN 50110-01 ed.2, který je součástí **přílohy G**.

Pravidelná revize byla provedena dle ČSN 33 1500 (Z4/2007), ČSN 33 2000-6: (9/2007), PNE 33 0000-3 třetí vydání (1/2009) a ČSN EN 50522.

a) Úvodní údaje:

Obsahují název provozovatele, místo objektu, bližší určení místa revize a jméno revizního technika včetně čísla jeho osvědčení.

b) Rozvodná soustava:

3 AC 50Hz 22kV/IT

3/N/PE/ AC 50Hz 400/230V/TN-C-S

c) Použité měřicí přístroje:

EUROTEST 61557, č. kalibračního listu 1610E-13, dále viz kapitola č. 5.

d) Použité doklady:

- projektová dokumentace
- výchozí revizní zpráva č. N 294/H/08 ze dne 12.4.2008.
- kalibrační list měřidla EUROTTEST 61557, který je uložen v archivu u revizního technika

e) Prostředí a vnější vlivy dle ČSN 33 2000-1 ed. 2/ ČSN 33 2000-5-51 ed.3/ ČSN 33 2000-4-41 ed.2 - Z1:

Vnitřní prostředí: trafostanice 22/0,4kV

Vnější činitel prostředí A: AA8, AB8, AC1, AD3, AE4, AF1, AN3, AQ3, AR1, AS1

Využití B: BA5, BC2, BD1, BE1

Konstrukce budov C: CA1, CB1

Druh prostoru:

Dle PNE 33 0000-2 typ prostoru IV – **nebezpečný**

Prostředí bylo stanoveno pro potřeby vypracování revizní zprávy.

f) Popis stávajícího zařízení:

Trafostanice je zděná vestavná osazená olejovým transformátorem TO4 o výkonu 160 kVA, $u_k = 4\%$, zapojení Yyn1 v hermetickém provedení, bezúdržbovým rozváděčem vn 22kV plněný interním plynem SF6, rozváděčem nn PFOF-ZPE Olomouc a rozváděčem kompenzace RKN 50 (IP40, oceloplechový). Napojení je provedeno kabelem vn 22kV 3x NA2XS(F)2Y 1x150mm² přes úsekový odpínač FLb na podpěrném bodě č. 25 venkovního vedení vn č. 20 EON Distribuce, a.s. Kabel vn 22kV je ukončen v rozvaděči vn 22kV typu Moeller, GA 1TS 1A1, v. č. 0738S138. Rozvaděč obsahuje jeden přívod a jeden vývod na transformátor s odpínačem jištěným pojistkami VN. Propojení rozvaděče vn a transformátoru je provedeno jednožilovými kabely typu 3x NA2XS(F)2Y 1x70mm². Přívod od transformátoru do rozvaděče nn je provedeno kabelem 1- CYKY 3x150+70mm². Rozvaděč nn je osazen hlavním jističem MC2 SCHRACK-250A. Vnitřní uzemnění je provedeno zemnicím páskem FeZn 30x40, na který jsou připojeny neživé a vodivé části rozvodného zařízení a také kovové části stavební konstrukce. Připojení na vnější uzemňovací soustavu je provedeno třemi uzemňovacími přívody. Uzemňovací soustava je společná pro vn a nn, slouží pro ochranu před nebezpečným dotykem a zároveň jako ochranu pracovní.

g) Rozsah prováděné úlohy:

Předmětem úlohy byla pravidelná revize vestavěné trafostanice 22/0,4kV v Prostějově. Počátkem revize byly odvodní svorky úsekového odpínače FLb umístěného na podpěrném bodě č. 25

venkovního vedení VN 22kV č. 20 EON Distribuce, a.s. Revize končí na odvodních svorkách jistících prvků v rozváděči nn.

h) Prohlídka: Posouzení elektrické instalace dle platných ČSN

Revidované elektrické zařízení bylo fyzicky kontrolováno prohlídkou v souladu s normou ČSN 33 2000-6 čl. 61.2:

- volba a uložení rozvaděčů, el. přístrojů, přípojná místa v rozvaděčích, přístrojích, volba jistících prvků
- spoje na ochranných přípojnících a na všech místech připojení ochranného vodiče
- průřez, značení vodičů, označení obvodů, krytí el. přístrojů, spotřebičů, neporušenost el. zařízení
- přístupnost z hlediska údržby a obsluhy, ochrana před úrazem el. proudem, kabelové prostupy
- stav elektrického zařízení se od poslední revize nezhoršil, termín příští revize určuje provozovatel
- posuzování elektrického zařízení bylo provedeno podle norem a předpisů platných v době, kdy bylo elektrické zařízení instalováno
- ochrana před úrazem elektrickým proudem byla posuzována podle ČSN 33 2000-4-41 ed.2 s přihlédnutím k PNE 33 2000-1, ČSN 33 2000-4-41 ed.2

i) Zkoušení a měření:

V souladu s ČSN 33 2000-6 bylo provedeno zkoušení izolačního odporu elektrické instalace, spojitost ochranných vodičů, automatické odpojení od zdroje, zapojení přístrojů a úbytek napětí.

Měření bylo prováděno dle ČSN 33 2000-6:

- naměřené hodnoty izolačního odporu odpovídají ČSN 33 2000-6 čl. 61.3.1, uvedené hodnoty jsou minimální naměřené hodnoty
- naměřené hodnoty impedance smyčky odpovídají ČSN 33 2000-4-41ed.2, uvedené hodnoty jsou maximální naměřené hodnoty
- naměřené hodnoty přechodového odporu jsou v souladu s ČSN 33 0360 čl. 3.1
- naměřené hodnoty zemního odporu jsou v souladu s ČSN 33 2000-4-41ed.2
- všechny naměřené hodnoty jsou s přihlédnutím k chybě měření

j) Naměřené hodnoty:

Část vn	$R_i (M \Omega \min)$	$Z_s(\Omega_{max})$
Transformátor		
vn - nn	5000	
vn - proti zemi	5000	
nn - proti zemi	5000	
Kabely vn	3500	
Rozvaděč vn	3500	

Část nn

Přívod od transformátoru do rozvaděče nn	200	0,13
Rozvaděč nn a kompenzace	200	0,14

Napětí $U_0 = 232\text{-}234\text{V}$

Přechodový odpor $R_p < 0,1 \Omega$

Zemní odpor:

$R_1 = 9,3 \Omega$, $R_2 = 1,19 \Omega$, $R_3 = 1,31 \Omega$

Celkový odpor uzemnění vodičů PEN odcházejících z transformovny včetně uzemněného středu zdroje $R_b (\Omega)$, viz vztah (1):

$$R_b = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{9,3 \cdot 1,19 \cdot 1,31}{9,3 + 1,19 + 1,3} \cong 1,23 \Omega \quad (1)$$

k) Zhodnocení a závěr:

Prohlídkou bylo zjištěno, že elektrické zařízení je v souladu s bezpečnostními požadavky příslušných norem, je správně voleno a instalováno.

Zkoušením bylo ověřeno, že účinnost ochranných zařízení a funkčnost elektrických rozvodů je bez nedostatků.

Naměřené hodnoty odpovídají příslušným normám, viz bod i.

Na základě, prohlídky, zkoušení a měření lze konstatovat, že elektrické zařízení je v revidovaném rozsahu z hlediska bezpečnosti schopné provozu.

Tato úloha sloužila jako podklad pro zpracování revizní zprávy.

6.3.3 Měření rezistivity půdy

Poslední úloha pojednává o provedení měření rezistivity půdy pomocí Wennerovy metody a následného využití naměřených hodnot pro návrh a výpočet uzemnění technologického objektu ČEZ Distribuce, a.s. Výpočet uzemnění byl dále využit pro účely zpracování projektové dokumentace stavby, která řeší opravu venkovního vedení VN 22kV č. 69 v k.ú. Moravský Beroun, Sedm Dvorů, Domašov nad Bystřicí, okres Olomouc.

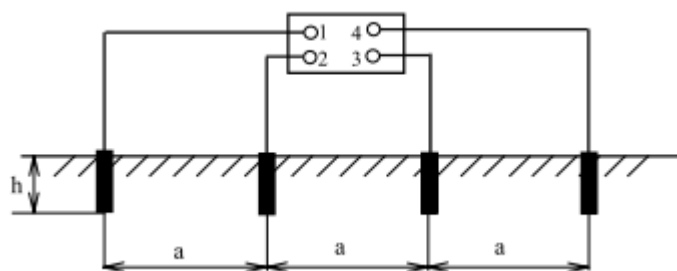
Měření bylo provedeno dne 18.11.2013 za příznivého počasí (oblačno, +10°C). Typ zeminy byl stanoven jako hlinito - kamemité, navážka a ornice - jíl. Protokol o provedeném měření je uveden v příloze G.

a) Použité měřicí přístroje:

EUROTEST 61557, č. kalibračního listu 1610E-13, dále viz kapitola č. 5.

b) Postup měření:

Měření bylo realizováno pomocí Wennerovy metody dle PNE 33 0000-1, páté vydání. Princip uspořádání sond a zapojení měřicího přístroje je patrné z Obr. 17.



Obr. 17: Měření rezistivity půdy Wennerovou metodou [18]

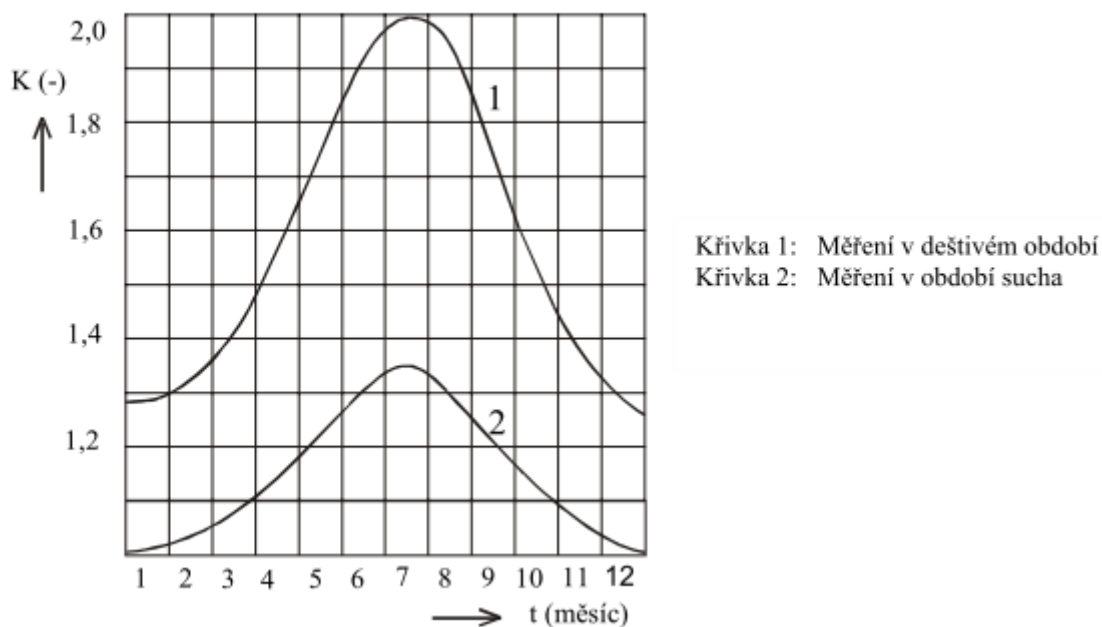
Vnější sondy 1 a 4 jsou proudové, vnitřní sondy 2 a 3 jsou napěťové. Sondy se používají z ocelových tyčí o průměru 15-20 mm zaražených v jedné přímce do hloubky 20 cm v rozestupu „a = 1m“. Měření bylo provedeno na třech místech. Rezistivita půdy ($\Omega \cdot m$) se vypočte ze vztahu:

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R \quad (2)$$

kde ρ rezistivita půdy ($\Omega \cdot m$)
 a vzdálenost elektrod (m)
 R naměřený odpor (Ω)

Takto stanovená rezistivita je střední rezistivita půdy do hloubky rovné přibližně rozestupu sond „a“. Vliv kolísání rezistivity půdy do hloubky 3 m v závislosti na ročním období se eliminuje tak,

že vypočtená hodnota rezistivity půdy se násobí činitelem „K“ podle křivek na Obr. 18. Tato hodnota je směrodatná pro navrhování uzemnění.



Obr. 18: Závislost činitele K na ročním období [18]

c) Naměřené hodnoty:

Tab. 12: Naměřené hodnoty rezistivity půdy

<u>Měření</u>	č. 1	č. 2	č. 3	Průměrná rezistivita půdy
„PB č. 49“	180,6 Ω .m	170,4 Ω .m	146,4 Ω .m	165,8 Ω.m

d) Závěr z provedeného měření:

Měření rezistivity půdy bylo provedeno v okolí stávajícího venkovního vedení VN 22kV č. 69 ČEZ Distribuce, a.s., konkrétně u betonového sloupu č. 49, na kterém je umístěn úsečnickový odpínač s označením US_OC_5524 v k.ú. Sedm Dvorů, okres Olomouc. Průměrná hodnota rezistivity půdy vyšla **165,8 Ω .m**. Naměřená hodnota dále sloužila jako podklad pro návrh a výpočet uzemňovací soustavy, viz podkapitola č. 6.3.4 *Návrh uzemňovací soustavy*.

6.3.4 Návrh uzemňovací soustavy

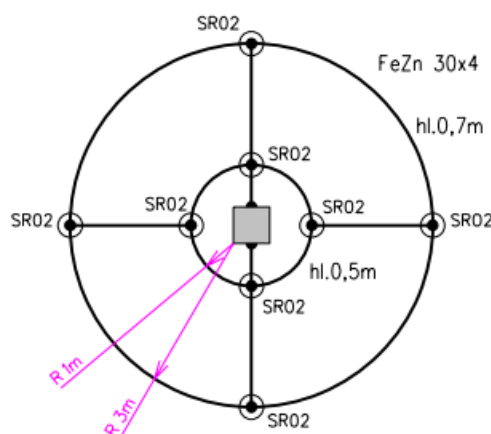
Uzemňovací soustava je navržena dle ČSN EN 50522, PNE 33 0000-1; 5. vydání, PNE 33 0000-4; třetí vydání, ČSN 33 2000-5-54 ed.3 a ČSN 33 2000-41-ed.2. Tento návrh slouží pro potřeby zpracování projektové dokumentace stavby pod názvem „Moravský Beroun, VN 69, oprava vVN“. Projektovou dokumentaci stavby zpracovává společnost **SB projekt s.r.o.** Projektovou dokumentaci stavby rovněž zpracoval autor diplomové práce.

Na betonovém sloupu č. 49 venkovního vedení VN 22kV č. 69 v k.ú. Sedm Dvorů, kde je umístěn úsečnický odpínač s označením US_OC_5524, bylo provedeno měření rezistivity půdy, viz podkapitola č. 6.3.3 *Měření rezistivity půdy*. Situační výkres umístění podpěrného bodu je v příloze H. Na základě tohoto měření a požadavků provozovatele distribuční soustavy byla navržena nová uzemňovací soustava dle výše uvedených norem.

Uzemňovací svod po sloupu bude proveden zemnicí páskou FeZn 30x4mm², která bude uchycená pomocí nerezové pásky BANDIMEX a UP spon. Uzemnění v zemi bude realizováno páskou FeZn 30x4 mm a budou utvořeny dva ekvipotenciální kruhy. Přechod uzemňovacího přívodu do země bude chráněn vhodným způsobem proti korozi, nejméně však 30 cm pod povrch a min. 20 cm nad povrch definitivního terénu. Označení hlavního ochranného vodiče bude provedeno nátěrem nebo smrštitelnou trubicí se zelenými a žlutými pruhy v délce značení 4cm. Toto označení se umístí nad zkušební svorku.

Na uzemňovací přívod – cca 5cm pod ohybem (pod zkušební svorkou) bude raznicí vyražená vypočtená maximální hodnota přechodového odporu uzemnění. V tomto místě bude zemnicí páska povrchově opravena sprejem. Bude provedena ochrana přechodu uzemňovací pásky do země dle katalogového listu ČEZ Distribuce, a.s.

Ekvipotenciální kruhy budou provedeny ve dvou kruzích, z nichž první bude uložen v hloubce 0,5 metru ve vzdálenosti 1 metr od neživých částí stožáru. Druhý bude v hloubce 0,7 metru ve vzdálenosti 3 metry od neživých částí sloupu. Kruhy pak budou propojeny na čtyřech místech po 90°, viz Obr. 19.



Obr. 19: Návrh uzemňovací soustavy

Výpočet uzemnění podpěrného bodu č. 49, US OC 5524:

Rezistivita půdy ρ dle měření	165,8 $\Omega \cdot m$
Dovolené dotykové napětí U_{TP}	150 V
Kapacitní proud zemního spojení v síti I_E	30 A
Celková délka zemnicího pásu l [m]	
Výkop: 35x50 cm	6,0 m
35x70 cm	19,0 m
<hr/>	
Celková délka pásu FeZn 30x4 mm	30,0 m

Odpor uzemnění R_E :

Odpor uzemnění se kontroluje dle vztahu (3):

$$R_E \leq \frac{k \cdot U_{TP}}{I_E} = \frac{5 \cdot 150}{30} = 25 \Omega \quad (3)$$

$$R_E \leq 25 \Omega \rightarrow \text{dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2, čl. 413.1.3N11} \quad (4)$$

kde k součinitel stanovený dle tvaru zemniče. Pro dva ekvipotenciální kruhy se volí 5.

U_{TP} dovolené dotykové napětí dle PNE 33 0000-1, páté vydání, tabulka č. 5

I_E kapacitní proud zemního spojení

Vypočtený odpor uzemnění R_Z :

$$R_{Z1} = \frac{\rho}{\pi^2 D_1} \cdot \ln \frac{2\pi \cdot D_1}{d} = \frac{165,8}{\pi^2 \cdot 2} \cdot \ln \frac{2\pi \cdot 2}{0,015} = 56,53 \Omega \quad (5)$$

$$R_{Z2} = \frac{\rho}{\pi^2 D_2} \cdot \ln \frac{2\pi \cdot D_2}{d} = \frac{165,8}{\pi^2 \cdot 6} \cdot \ln \frac{2\pi \cdot 6}{0,015} = 21,92 \Omega \quad (6)$$

$$R_{Z12} = \frac{R_{Z1} \cdot R_{Z2}}{R_{Z1} + R_{Z2}} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{56,53 \cdot 21,92}{56,53 + 21,92} \cdot \frac{1}{0,7} = 17,22 \Omega \quad (7)$$

$$R_{ST} = 1,1 \cdot K_{11} \cdot \frac{\rho}{L_P} = 1,1 \cdot 0,5 \cdot \frac{165,8}{2} = 45,6 \Omega \quad (8)$$

$$R_Z = \frac{R_{ST} \cdot R_{Z12}}{R_{ST} + R_{Z12}} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{45,6 \cdot 17,22}{45,6 + 17,22} \cdot \frac{1}{0,7} = 13,93 \Omega \quad (9)$$

$R_Z = 13,93 \Omega$ a vyhovuje podmínce $R_E \leq 25 \Omega$ stanovené výpočtem dle vztahu (3).

kde	ρ	rezistivita půdy stanovená měřením ($\Omega \cdot m$)
	D_1	průměr vnitřního kruhového zemniče (m)
	D_2	průměr vnějšího kruhového zemniče (m)
	d	průměr pásového zemniče (m)
	R_{Z1}	zemní odpor vnitřního zemniče (Ω)
	R_{Z2}	zemní odpor vnějšího kruhového zemniče (Ω)
	R_{Z12}	zemní odpor dvojitého obvodového zemniče (Ω)
	R_{ST}	zemní odpor stožáru (Ω)
	R_Z	výsledný odpor uzemnění (Ω)
	η	koeficient využití dílčích uzemnění (volí se 0,7) (-)
	K_{11}	ekvivalent určený dle obr. P2 v Příloze 1 PNE 33 0000-4, třetí vydání (volí se 0,5) (-)
	L_P	hloubka základu betonového sloupu (m)

Výpočet uzemnění jednotlivých kruhových zemničů R_{Z1} (Ω) a R_{Z2} (Ω) je patrný ze vztahu (5) a ze vztahu (6).

Vztah (7) je určen pro výpočet obou kruhových zemničů R_{Z12} (Ω), který zahrnuje koeficient využití η (volí se 0,7).

Do výpočtu celkového odporu uzemnění R_Z (Ω) byl zahrnut příspěvek zemního odporu stožáru R_{ST} (Ω) dle vztahu (8).

Výpočet celkového odporu uzemňovací soustavy byl proveden dle vztahu (9), který rovněž zahrnuje dílčí koeficient využití η , který se volí 0,7.

6.3.5 Doporučení pro projektanty

Měření rezistivity půdy s následným návrhem uzemňovací soustavy může sloužit jako doporučení pro projektanty. Citované normy, obzvlášť norma PNE 33 0000-4; třetí vydání obsahují postupy návrhů dalších uzemňovacích soustav jako např. uzemnění kioskových a stožárových trafostanic a dalších technologických objektů.

7 ANALÝZA REVIZNÍCH ZPRÁV

Cílem analýzy revizních zpráv je poukázat na nejčastější závady popř. nedostatky, které se ve zprávách mohou vyskytovat. Jako podklad pro vypracování analýzy sloužily revizní zprávy z různých podniků na různá elektrická zařízení, v různých časových intervalech a také revizní zprávy soukromých majitelů elektrických zařízení. Níže uvedené body byly následně konzultovány s odbornými revizními techniky. Tato část diplomové práce může dále sloužit jako doporučení pro budoucí revizní techniky.

Nejčastější závady (nedostatky) v revizních zprávách:

- a) V revizní zprávě nebylo zřejmé, dle kterých dřívějších platných norem bylo el. zařízení provozováno a revidováno. Při pravidelných revizích by mělo být z předchozí revizní zprávy patrné, dle kterých dříve platných norem ČSN bylo zařízení, při zachování bezpečnostních požadavků, revidováno.
- b) U výchozí revize chyběla doporučená lhůta následující revize. U výchozích i pravidelných revizí by měla být doporučena lhůta další následující revize dle požadavku normy ČSN 33 2000-6 čl. 61.4.4 a čl. 62.2.1.
- c) Revizní technik při pravidelné revizi nevyhodnotil prováděnou, či neprováděnou údržbu revidovaného zařízení. Toto stanovuje požadavek zákona č. 262/2006 Sb. § 102, nařízení vlády č. 100/2005 Sb. §3, nařízení vlády č. 378/2001 Sb. §3 i ČSN 33 1500 čl. 4.2.
- d) V závěru revizní zprávy chyběla informace o kvalitě provedené práce „zhoršení, či zlepšení stavu“, což stanovuje požadavek čl. 62.1.5 normy ČSN 33 2000-6.
- e) V revizní zprávě chyběla informace o tom, zda ochrana před bleskem odpovídá normě platné v době jejího zřízení a zda její součásti jsou v dobrém technickém stavu dle požadavku normy ČSN 33 1500 změna Z4, čl. 6.1.2.
- f) Při výchozí revizi soukromého majetku, se kterým přicházejí do styku osoby seznámené, chyběl požadavek na prokazatelné poučení způsobu použití dle požadavku normy ČSN 33 1310 ed.2 Bezpečnostní požadavky na elektrické instalace a spotřebiče určené k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace.
- g) Ze soupisu měřících přístrojů uvedených v revizní zprávě bylo evidentní, že nejsou dostačující pro provedenou revizi dle požadavku § 3 zákona č. 309/2006 Sb. a čl. 61.3.1 ČSN 33 2000-6. Do revizní zprávy je vhodné uvést, zda je plněn požadavek zákona č. 505/1990 Sb. ve znění pozdějších předpisů na pravidelnou kalibraci.

- h) V pravidelné revizní zprávě nebylo v pokladech uvedeno, zda byla k dispozici předchozí zpráva o pravidelné revizi. Při následující pravidelné revizi má revizní technik povinnost si vyžádat mimo jiné i zprávu o revizi předchozí. Ta slouží nejen pro orientaci, ale i pro porovnání se současným stavem. Pokud není k dispozici, je povinen tuto skutečnost v revizní zprávě uvést a při revizi provést podrobnější přezkoumání dle požadavku normy ČSN 33 2000-6 čl. 62.1.2.

Smyslem a účelem analýzy revizních zpráv bylo také zaměření se na to jakým způsobem a v jaké koncepci se revizní zprávy zpracovávají. Dle příslušných technických norem není stanovena přesná struktura revizní zprávy, ale je pouze doporučena. Jakým způsobem se revize elektrických zařízení provádí a co vše musí revizní zpráva obsahovat, je uvedeno v předchozí kapitole č. **6 Způsob provádění a členění revizí.**

8 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo podat ucelený přehled v oblasti platné legislativy a vytvoření „doporučení“ pro údržbu a pro projektanty na základě zpracovaných analýz a praktických úloh. Diplomová práce slouží v podstatě jako „návod“, jak postupovat v rámci provádění revizí elektrických zařízení a tvorby revizních zpráv. Hlavní přínos spočívá v provedené analýze vnějších vlivů působících na elektrická zařízení, stanovení základní koncepce pro provádění revizí na elektrických zařízeních s využitím praktických úloh a analýzy více druhů revizních zpráv.

V teoretické části diplomové práce byla popsána struktura a koncepce elektrizační soustavy České republiky a druhy rozvodných sítí, dále byla zpracována legislativa v oblasti revizí elektrických zařízení s důrazem na bezpečnostní předpisy. Na základě této kapitoly bylo vytvořeno doporučení pro údržbu a projektanty.

V praktické části byla provedena analýza vnějších vlivů působících na elektrická zařízení, na jejímž základě vytvořil autor diplomové práce protokol o určení vnějších vlivů. Protokol obsahuje veškeré náležitosti stanovené normami ČSN 33 2000-1 ed.2, ČSN 33 2000-5-51 ed.3, ČSN 33 2000-4-41 ed.2 změna Z1 a PNE 33 0000-2, 4. vydání. Projektovou dokumentaci stavby pod názvem „Oprava trafostanice v žst. Frenštát pod Radhoštěm“, která sloužila jako podklad pro vypracování protokolu o určení vnějších vlivů, zpracoval rovněž autor diplomové práce. Vypracovaný protokol byl odsouhlasen a předán investorovi jako nedílná součást projektové dokumentace stavby. Dále byly vytvořeny stručné tabulky vnějších vlivů vyplývajících z normy ČSN 33 2000-5-51 ed.3, které mohou sloužit jako projektová pomůcka v rámci doporučení pro projektanty, což je dalším přínosem diplomové práce.

V páté kapitole byla provedena analýza základních měřicích přístrojů pro provádění revizí na elektrických zařízeních, kde je popsáno, co by měly tyto přístroje splňovat. Jako nejvhodnější pro použití v praxi se jeví měřicí přístroj Eurotest, a to především pro svoji univerzálnost a spolehlivost.

Nejdůležitější část diplomové práce se zaměřila na způsob provádění a členění revizí, kde byl vytvořen postup pro provádění a členění revizí elektrických zařízení, který může sloužit i jako „návod“, jak revize provádět. Na základě této části byly prakticky provedeny tři úlohy:

- a) **Pravidelná revize elektrické instalace nn (viz kapitola č. 6.3.1) - sloužila jako podklad pro zpracování revizní zprávy.**
- b) **Pravidelná revize trafostanice 22/0,4kV (viz kapitola č. 6.3.2) - sloužila jako podklad pro zpracování revizní zprávy.**

c) Měření rezistivity půdy (viz kapitola č. 6.3.3) - sloužila jako podklad pro návrh a výpočet uzemňovací soustavy.

Na základě změřené rezistivity půdy a následného návrhu uzemňovací soustavy bylo vytvořeno doporučení pro projektanty.

Poslední část diplomové práce se zabývala analýzou více druhů revizních zpráv. Cílem je poukázat na nejčastější závady a také zaměřeni se na to, jakým způsobem a v jaké koncepci se revizní zprávy zpracovávají. Dle příslušných technických norem není stanovena přesná struktura revizní zprávy, ale je pouze doporučena. Tato část diplomové práce může dále sloužit jako doporučení pro budoucí revizní techniky.

Mezi hlavní přínos diplomové práce tedy patří: doporučení pro údržbu a projektanty uvedené v jednotlivých kapitolách, analýza vnějších vlivů působících na elektrická zařízení, která může sloužit jako návod pro tvorbu projektových dokumentací, dále kapitola provádění a členění revizí na elektrických zařízeních, která může sloužit jako návod pro provádění revizí el. zařízení, dále provedené úlohy, které sloužily jako podklady pro revizní zprávy a do projektové dokumentace a na závěr analýza více druhů revizních zpráv jako doporučení pro budoucí revizní techniky.

Výhled na další vývoj projektu může spočívat např. v analýze chyb a nejistot měření pro provádění revizí nebo např. v měření rezistivit půdy, impedancí poruchových smyček, přechodových odporů atp. pomocí více počtů různých druhů měřicích přístrojů v daných oblastech, porovnání naměřených výsledků mezi sebou a vyhodnocení nejpřesnějšího měřicího přístroje.

Použitá literatura

Knižní zdroje:

- [1] HRADÍLEK, Zdeněk. *Elektroenergetika distribučních a průmyslových zařízení*. Ostrava: VŠB TU Ostrava, 2008. ISBN 978-80-7225-291-6.
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ, *Nový lexikon revizního technika*. Havířov: Agentura Iris, 2009. ISBN 978-80-904180-2-8.
- [3] MACHÁČEK, Václav. *Příručka (nejen) pro zkoušky elektrotechniků pracujících na elektrických zařízeních nad 1000 V*. 1. vyd. Praha: IN-EL, spol. s r. o., 2011. ISBN 978-80-86230-55-9.
- [4] RUSEK, Stanislav. *Provoz a řízení elektrizačních soustav*, skriptu VŠB – TUO, 2005.
- [5] SANTARIUS Pavel. *Elektrické stanice a vedení*. dotisk. Ostrava, 1993. 215 s. ISBN 80-7078-032-0.
- [6] TOMAN, Petr a kol. *Provoz distribučních soustav*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04935-8.

Internetové zdroje:

- [7] press.avcr.cz, Vliv výroby z obnovitelných zdrojů, [online]. [cit.2013-11-20].
Dostupné z:
<http://press.avcr.cz/miranda2/export/sitesavcr/data.avcr.cz/press/UserFiles/file/aktuality_pdf/Vliv_vyroby_z_obnovitelných_zdroju_Horacek.pdf>
- [8] ceps.cz, Technická infrastruktura, [online]. [cit.2013-10-5].
Dostupné z:
<<http://www.ceps.cz/CZE/Cinnosti/Technicka-infrastruktura/Stranky/Udaje-o-S.aspx>>
- [9] eru.cz, Roční zpráva o provozu ES ČR 2010, [online]. [cit.2013-10-23].
Dostupné z: <http://eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocní_zprava/2010/pdf/mapy.pdf>
- [10] obchodcds.cez.cz, ČEZ distribuční služby – obchodní portál, [online]. [cit.2014-2-7].
Dostupné z:
<<https://obchodcds.cez.cz/webshop/ProductDetails.aspx?CategoryID=56&pageNo=3&productID=19087>>

- [11] obchodcds.cez.cz, ČEZ distribuční služby – obchodní portál, [online]. [cit.2014-2-7].

Dostupné z:

<<https://obchodcds.cez.cz/webshop/ProductDetails.aspx?txtSearch=odpojova%C4%8D&productID=175245>>

- [12] obchodcds.cez.cz, ČEZ distribuční služby – obchodní portál, [online]. [cit.2014-2-8].

Dostupné z:

<<https://obchodcds.cez.cz/webshop/ProductDetails.aspx?txtSearch=vyp%C3%ADna%C4%8D&productID=182745>>

Normativní zdroje:

- [13] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 změna Z4 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- [14] ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 změna Z1 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy
- [15] ČSN 33 1500 změna Z4 Elektrotechnické předpisy – revize elektrických zařízení
- [16] ČSN 33 2000-6 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize
- [17] ČSN EN 50522 Uzemňování elektrických instalací nad 1kV
- [18] ČSN EN 61936-1 Elektrické instalace nad AC 1kV – Část 1: Všeobecná pravidla
- [19] PNE 33 0000-1 Páté vydání Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavách a přenosové soustavě
- [20] PNE 33 0000-2 Čtvrté vydání Stanovení základních charakteristik vnějších vlivů působících na rozvodná zařízení distribuční a přenosové soustavy
- [21] PNE 33 0000-3 Třetí vydání Revize a kontroly elektrických zařízení přenosové a distribuční soustavy
- [22] PNE 33 0000-4 Třetí vydání Příklady výpočtů uzemňovacích soustav v distribuční a přenosové soustavě dodavatele elektřiny

Seznam obrázků

Obr. 1: Zjednodušený model elektrizační soustavy	3
Obr. 2: Schéma přenosové rozvodné sítě na území ČR	5
Obr. 3: Rozdělení distribučních sítí v ČR	6
Obr. 4: Paprsková síť	7
Obr. 5: Průběžná síť	7
Obr. 6: Okružní síť	7
Obr. 7: Hřebenová síť	8
Obr. 8: Mřížová síť	8
Obr. 9: Jednoduchý systém přípojníc s podélným dělením	13
Obr. 10: Jednoduchý systém přípojníc s podélným dělením	14
Obr. 11: Dvojitý systém přípojníc s podélným dělením	14
Obr. 12: Dvojitý systém přípojníc s podélným dělením, z nichž jedna slouží jako pomocná	15
Obr. 13: Třípólový přípojnícový odpojovač, 25kV, 630A, 20kA pro vnitřní provedení	16
Obr. 14: Odpínač VN 25kV pro venkovní provedení	17
Obr. 15: Výkonový vypínač SF ₆ , 123kV	17
Obr. 16: Vzdušné vzdálenosti a zóny pro pracovní postupy bez a s ohraničením ochranného prostoru použitím ochranného izolovaného prostředku	30
Obr. 17: Měření rezistivity půdy Wennerovou metodou	66
Obr. 18: Závislost činitele K na ročním období	67
Obr. 19: Návrh uzemňovací soustavy	68

Seznam tabulek

Tab. 1: Rozdělení elektrických zařízení podle napětí	9
Tab. 2: Jmenovitá napětí sítí nad 1kV AC	10
Tab. 3: Doporučené vzdálenosti D_L , D_{LN} a D_V v závislosti na napětí el. zařízení	29
Tab. 4: Třídy vnějšího vlivu AN	41
Tab. 5: Třídy vlivu BB	43
Tab. 6: Tabulka vnějších vlivů vytvářející prostory NORMÁLNÍ	46
Tab. 7: Tabulka vnějších vlivů vytvářející prostory NEBEZPEČNÉ	47
Tab. 8: Tabulka vnějších vlivů vytvářející prostory ZVLÁŠT NEBEZPEČNÉ	47
Tab. 9: Lhůty pravidelných revizí podle působení vnějších vlivů	55
Tab. 10: Lhůty pravidelných revizí doporučených v jednotlivých prostorech dle ČSN 33 2000-6	56
Tab. 11: Lhůty pravidelných revizí systému ochrany před bleskem dle ČSN EN 62305	56
Tab. 12: Naměřené hodnoty rezistivity půdy	67

Seznam příloh

Příloha A – Protokol č. 1302156 – 01 / 2013 o určení vnějších vlivů

Příloha B – Dispozice technologie trafostanice

Příloha C – Přehledové schéma trafostanice

Příloha D – Zpráva o pravidelné revizi elektrické instalaci, ev. ozn. 0609/13 PT ze dne 6.9.2013

Příloha E – Naměřené hodnoty k revizi elektrické instalaci, ev. ozn. 0609/13 PT ze dne 6.9.2013

Příloha F – Zpráva o pravidelné revizi elektrického zařízení číslo 4-OK/2013-La ze dne 2.10.2013

Příloha G – Příkaz „B“ (k revizi č. 4-OK/2013-La ze dne 2.10.2013)

Příloha H – Protokol o měření rezistivity půdy, ev. ozn. 1811/13 PT ze dne 18.11.2013

Příloha CH – Situační výkres podpěrného bodu č. 49 (návrh uzemňovací soustavy)